



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE  
INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA



ADRIANA DE SOUZA ABREU

RIO GRANDE, RS  
MARÇO, 2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE  
INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA

**RECUPERAÇÃO DAS PROTEÍNAS PRESENTES EM SUBPRODUTOS DO  
CAMARÃO BRANCO *Litopenaeus vannamei* UTILIZANDO PROCESSO DE  
VARIAÇÃO DE pH**

ADRIANA DE SOUZA ABREU

Orientador: Prof. Dr. Carlos Prentice-Hernández

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura no Programa de Pós-graduação em Aquicultura da Universidade Federal de Rio Grande.

RIO GRANDE, RS  
MARÇO, 2017

## ATA DE APROVAÇÃO

## ÍNDICE

<b>1- INTRODUÇÃO</b> .....	3
1.1 Carcinicultura.....	3
1.2 Proteínas.....	4
1.3 Recuperação das proteínas .....	4
1.4 Subprodutos do processamento do camarão .....	5
1.5 Processo de variação de pH.....	6
1.6 Propriedades funcionais .....	8
1.7 Embutidos .....	10
1.8 Processamentos da salsicha.....	10
1.9 Ingredientes e aditivos para formulação da salsicha .....	11
1.10 Fatores que afetam a estabilidade da emulsão .....	13
1.11 Caracterização do produto.....	13
<b>2 - OBJETIVOS</b> .....	15
2.1. Geral:.....	15
2.2. Objetivos específicos: .....	15
<b>3 - MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	16
3.1. Composição química proximal dos subprodutos .....	16
3.2. Curva de solubilidade proteica.....	16
3.3. Obtenção do concentrado protéico de camarão .....	17
3.4 Rendimento do processo de obtenção do concentrado .....	19
3.5 Composição química proximal do concentrado proteico de camarão (CPC) .....	19
3.6 Determinação das propriedades funcionais.....	19
3.7 Determinação do perfil aminoacídico .....	21
3.8 Testes preliminares para elaboração da salsicha. ....	22
3.9 Definição da formulação da Salsicha.....	22

3.10 Composição química proximal das salsichas .....	25
3.11 Análise de pH da Salsicha.....	25
3.12 Análise de Firmeza .....	25
3.13 Análise de Cor.....	25
3.14 Análise de Atividade de água (Aa) .....	26
3.15 Análise estatística.....	26
<b>4- RESULTADOS .....</b>	<b>27</b>
4.1 Composição química proximal .....	27
4.2 Curva de solubilidade proteica.....	27
4.3 Rendimento do processo para obtenção do concentrado proteico (CPC) .....	28
4.4 Propriedades funcionais do concentrado.....	28
4.5 Perfil aminoacídico dos subprodutos e concentrado proteico.....	30
4.6 Composição proximal química .....	31
4.7 Análise de firmeza.....	32
4.8 Cor das salsichas .....	33
4.9 Análise da atividade de água das salsichas (Aa).....	34
<b>5 -DISCUSSÃO .....</b>	<b>35</b>
<b>6- CONCLUSÃO.....</b>	<b>42</b>
<b>SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>43</b>
<b>7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>44</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Matérias-primas, ingredientes e aditivos (%) utilizados para a formulação da salsicha.....	22
<b>Tabela 2:</b> Matérias-primas, ingredientes e aditivos (%) utilizados para a formulação da salsicha.....	23
<b>Tabela 3:</b> Composição química proximal dos subprodutos do camarão branco ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ).....	27
<b>Tabela 4:</b> Composição química proximal do concentrado proteico do camarão branco ( <i>L. vannamei</i> ).....	28
<b>Tabela 5:</b> Perfil aminoacídico dos subprodutos e concentrado proteico de camarão (CPC), expresso em mg de aminoácido/g de proteína.....	30
<b>Tabela 6:</b> Composição química proximal da salsicha em b.u (base úmida) expressa em g/100g de amostra.....	32
<b>Tabela 7:</b> Composição química proximal das salsichas b.s (base seca) expressa em g/100g de amostra.....	32
<b>Tabela 8:</b> Valor de firmeza das salsichas controle; F1; F2 e comercial.....	33
<b>Tabela 9:</b> Análise de cor das salsichas com diferentes substituições de gordura (toucinho).....	34

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Representação gráfica do sistema CIE-L*a*b para cores.....	14
<b>Figura 2:</b> Fluxograma operacional utilizado para obtenção do concentrado .....	18
<b>Figura 3:</b> Fluxograma de elaboração da salsicha.....	24
<b>Figura 4:</b> Imagem do Texturômetro TA.XT2 .....	25
<b>Figura 5:</b> Colorímetro Chroma Meter CR- 400/410.....	26
<b>Figura 6:</b> Analisador de Aa LabTouch .....	26
<b>Figura 7:</b> Curva de solubilidade dos subprodutos .....	27
<b>Figura 8:</b> Concentrado proteico de camarão.....	28
<b>Figura 9:</b> Curva de solubilidade do concentrado .....	29
<b>Figura 10:</b> capacidade de retenção de óleo (CRO) expresso em mL óleo/g proteína e capacidade de retenção de água (CRA) expresso em mL água/g proteína do concentrado proteico. Letras diferentes representam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste de Tukey. ....	29
<b>Figura 11:</b> Capacidade emulsificante (CE) do concentrado expresso em (%) nos diferentes pHs ( 3,6,7 e 8). Letras diferentes representam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste de Tukey. ....	30
<b>Figura 12:</b> Cor da salsicha controle (6 % gordura); F1: 4 % de gordura (toucinho suino) 2 % de concentrado proteico de camarão (CPC); F2: 5 % de gordura (toucinho suino) 1 % de CPC.....	33
<b>Figura 13:</b> Atividade de água na salsicha controle (6 % gordura); F1: 4 % de gordura (toucinho suino) 2 % de concentrado proteico de camarão (CPC); F2: 5 % de gordura (toucinho suino) 1 % de CPC. Letras diferentes diferem entre si ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste de Tukey .....	34

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador agradeço por toda a paciência, gentileza e conhecimento repassado para melhorar este trabalho. Muito obrigada!

À banca examinadora pelas sugestões e esclarecimentos realizados para melhorar este estudo.

Ao Prof. Wilson Wasielesky por toda a matéria-prima concedida para realização desse estudo. Muito obrigada!

Agradeço em especial a Doutora Michele Moraes de Souza que esteve presente em todo o estudo, sempre disposta a ajudar no que fosse necessário. Muito obrigada por tudo, você é meu exemplo de profissional.

À professora Eliana Badiale Furlong responsável pelo Laboratório de micotoxinas de alimentos. Agradeço por toda contribuição dada a este estudo, e pelo conhecimento repassado na área de alimentos. À Doutoranda Taiana pela realização da análise do perfil aminoácídico.

À Técnica Sabrine Aquino, que me ajudou a manipular os equipamentos do laboratório e realizar algumas análises.

Às queridas Gaúchas do LTA Tais, Camila, Karinas, Juliana, Paola, Vivis, Daiane, Michele coelho, Sibebe, Meritaine que muito me ajudaram no decorrer deste estudo.

Ao Doutorando Claudio Gabiatti, que me ajudou na formulação do produto.

Aos amigos de experimento nos fins de semana, Dani e Melchor, obrigada pela companhia e momentos de descontração.

À minha querida amiga Camila Besold, que mesmo longe se faz presente, agradeço por toda ajuda dada no começo do mestrado.

Aos Amigos do Cassinão e do coração Anthenor, Mariana, Maria Fernanda, Jana, Bruna e Sara. Agradeço pelos bons momentos e por se fazerem presente na hora da bad e do frio.

À minha Mãe Rosa Abreu, meu exemplo de perseverança, obrigada por me ensinar com seu exemplo a nunca desistir de nada que me torne melhor.

À meu companheiro de uma década, obrigada por sempre me apoiar em minhas decisões.

## 1 RESUMO

2 O processamento de pescado, em geral, acarreta quantidades de 50 a 60 % de  
3 subprodutos como exoesqueleto e cefalotórax do camarão, que contêm proteínas,  
4 lipídios, carboidratos e carotenóides que não são aproveitados pelas indústrias de  
5 alimentos. A proteína recuperada dos subprodutos tem sido investigada nos últimos  
6 anos, por ofertar alimentos mais nutritivos e com propriedades funcionais melhoradas.  
7 O objetivo do presente estudo foi o uso do processo de variação de pH para recuperar as  
8 proteínas a partir da solubilização e precipitação no ponto isoelétrico das mesmas e que  
9 estão presentes nos subprodutos (cabeça e casca) de camarão branco (*Litopenaeus*  
10 *vannamei*) proveniente de cultivo utilizando a tecnologia de Bioflocos (BFT) e sua  
11 posterior inclusão em um produto alimentício do tipo salsicha. A composição proximal  
12 dos subprodutos apresentou 58,45% de proteína (b.s). Foi investigado o ponto de  
13 precipitação da proteína que resultou em pH 4 com solubilização proteica de 24%. O  
14 concentrado proteico apresentou 73,60% de proteína (b.s). O rendimento da massa do  
15 concentrado proteico obteve resultando de 47,8 % (b.u). Por outro lado, ao analisar a  
16 funcionalidade, a maior solubilidade encontrada do concentrado proteico foi a pH 2  
17 resultando em 34,6% e em pH 8 com 51,3%. A capacidade de retenção de óleo e água  
18 resultaram em valores de 8,5 e 2,5 mL/g de proteína, respectivamente; a maior  
19 capacidade emulsificante foi encontrada no pH 8. O perfil aminoacídico dos  
20 subprodutos e do concentrado confirmou presença de dezesseis aminoácidos, dos quais  
21 seis são considerados aminoácidos essenciais. A composição proximal nas diferentes  
22 formulações da salsicha foi: controle (6 % gordura); F1: 4% de gordura (toucinho suíno)  
23 2 % de concentrado proteico de camarão (CPC); F2: 5 % de gordura 1 % de CPC. A  
24 quantidade de proteína na amostra F1 foi maior do que na salsicha comercial em (b.u).  
25 Nos lipídios houve diferença estatística ( $p \leq 0,05$ ) entre as amostras controle e F1. Os  
26 valores de cinza obtiveram diferenças para as amostras F1 e F2. Para firmeza as  
27 salsichas F1 e F2 foram semelhantes à salsicha comercial. O valor de  $L^*$  foi maior na  
28 salsicha controle, os valores de  $a^*$  foram maiores na salsicha comercial e  $b^*$  obteve  
29 maior valor na salsicha F1. Em geral, o concentrado proteico do camarão mostrou  
30 potencial para ser incluído como ingrediente em formulações alimentícias.

31 **Palavras-chave:** Salsicha, pescado, solubilização, precipitação, propriedades funcionais

32

33 **ABSTRACT**

34 Fish processing generally entails amounts of 50-60% of by-products such as  
35 exoskeleton and cephalothorax of shrimp, which contain proteins, lipids, carbohydrates  
36 and carotenoids that are not used by the food industry. Protein recovered from by-  
37 products has been investigated in recent years, by offering more nutritious foods and  
38 improved functional properties. The objective of the present study was the use of the pH  
39 variation process to recover the proteins from solubilization and precipitation at the  
40 isoelectric point of the same and that are present in the by-products (head and shell) of  
41 white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Using Bioflocos technology (BFT) and its  
42 subsequent inclusion in a sausage type food product. The proximal composition of the  
43 byproducts presented 58.45% dry base protein. The precipitation point of the protein  
44 which resulted in pH 4 with protein solubilization of 24% was investigated. The protein  
45 concentrate had 73.60% dry base protein. The yield of the protein concentrate mass  
46 resulted in 47.8% wet basis. On the other hand, when analyzing the functionality, the  
47 greatest solubility found of the protein concentrate was at pH 2 resulting in 34.6% and  
48 at pH 8 with 51.3%. The retention capacity of oil and water resulted in values of 8.5 and  
49 2.5 mL / g of protein, respectively; The higher emulsifying capacity was found at pH 8.  
50 The aminoacid profile of the by-products and concentrate confirmed the presence of  
51 sixteen amino acids, six of which are considered essential amino acids. The proximal  
52 composition in the different formulations of the sausage was: control (6% fat); F1: 4%  
53 fat (pork fat) 2% shrimp protein concentrate (CPC); F2: 5% fat 1% CPC. The amount of  
54 protein in the F1 sample was higher than in the commercial sausage in wet basis. In the  
55 lipids, there was a statistical difference ( $p \leq 0.05$ ) between the control and F1 samples.  
56 The gray values obtained differences for samples F1 and F2. For firmness F1 and F2  
57 sausages were similar to commercial sausage. The value of L \* was higher in the  
58 control sausage, the values of a \* were higher in the commercial sausage and \* b  
59 obtained higher value in the sausage F1. In general, shrimp protein concentrate showed  
60 potential to be included as an ingredient in food formulations.

61 **Keywords:** Sausage, fish, solubilization, precipitation, functional properties

62

## 63 1- INTRODUÇÃO

### 64 1.1 Carcinicultura

65 A perspectiva do aumento da população mundial para o ano de 2050 é de 9,7  
66 bilhões de pessoas. Esse crescimento torna-se um desafio em termos de oferta de  
67 alimento para suprir toda uma demanda. Algumas alternativas são encontradas no setor  
68 da aquicultura, pois houve um crescimento dessa atividade em pelo menos 35 países ao  
69 redor do mundo em 2014. Os pescados oriundos desse segmento no mesmo ano tiveram  
70 uma produção de 73,8 milhões de toneladas. Deste total os crustáceos representaram 6,9  
71 milhões de toneladas (FAO,2016)

72 A carcinicultura marinha em 2011 apresentou uma produção de 69.571mil  
73 toneladas/ano de camarão cultivado, tendo como uma das principais espécies  
74 produzidas o camarão branco *Litopenaeus vannamei* (ABCC/MAPA, 2013). Os avanços  
75 tecnológicos vêm contribuindo para o crescimento responsável desse setor, o que  
76 ocasiona melhores índices de produtividade e fornece um produto de boa qualidade ao  
77 consumidor final. A produção no ano de 2015 dessa espécie no Brasil, segundo os  
78 dados da Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC, 2016) foi de 76.000  
79 mil toneladas/ano.

80 A produção desse organismo é geralmente feita em sistemas fechados (viveiros e  
81 tanques). Nos últimos anos surgiram tecnologias melhoradas como os sistemas de  
82 recirculação de água ou o sistema de bioflocos (*Biofloc Technology System - BFT*) que  
83 é uma alternativa eficiente no aumento da produtividade, com gastos menores de  
84 renovação de água, com isso minimiza o descarte constante de efluentes para os  
85 ambientes adjacentes (De Schryver et.al 2008).O sistema BFT oferece a possibilidade  
86 de utilizar altas densidades de estocagem na produção de diferentes espécies de  
87 organismos aquáticos (Avnimelech et al. 2007; Arnold et al. 2009; Krummenauer et al.  
88 2011; Foes et al. 2011). Além disso, ocorre a assimilação dos compostos nitrogenados  
89 (amônia, nitrito e nitrato) pela biomassa microbiana formada dentro do ambiente de  
90 cultivo (Ebeling et al. 2006). O organismo cultivado pode ter uma fonte extra de  
91 alimentação quando ingere a produtividade natural do sistema (Wasielesky et al. 2006;  
92 De Schryver et al. 2008).

93

94

95 **1.2 Proteínas**

96 As proteínas são polímeros complexos, formados por 21 aminoácidos diferentes,  
97 compostos por elementos de carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio e enxofre. Os  
98 aminoácidos que formam a proteína são interligados entre si por ligações peptídicas e  
99 formados por um grupo amino (-NH<sub>3</sub>) associado a um grupo carboxila (-COOH). A  
100 principal função dos aminoácidos é atuar como subunidades de estruturação de  
101 moléculas proteicas (Marchini et.al 2016)

102 As proteínas de origem animal são superior nutricionalmente em relação às  
103 proteínas de origem vegetal, pois possuem todos os aminoácidos essenciais requeridos  
104 em dietas para humanos e peixes (Shaviklo et al. 2010). As proteínas musculares são  
105 classificadas em três grupos: proteínas miofibrilares, sarcoplasmáticas e do estroma, que  
106 apresentam diferentes solubilidades. As proteínas miofibrilares são solúveis em  
107 soluções salinas e representam 55% do total das proteínas. Porém, as sarcoplasmáticas  
108 são solúveis tanto em água, quanto em soluções salinas diluídas representando 25% das  
109 proteínas musculares. As proteínas do estroma, entretanto são insolúveis em água e  
110 solução salina, representando cerca de 10-15% (Arancibia et al. 2015).

111 Diversas espécies de pescado vêm sendo estudadas nos últimos anos,  
112 principalmente pelos benefícios na dieta humana que as suas proteínas, lipídios,  
113 vitaminas e minerais promovem ao serem ingeridas (Cao et al. 2015).

114 As proteínas de pescado são bons agentes de retenção de água, gelificação,  
115 ligação de gordura, emulsificação e espuma. Por essas razões, além de fonte de alimento  
116 atraente, são ingrediente para várias aplicações em alimentos (Kristinsson e Rasco,  
117 2000)

118 **1.3 Recuperação das proteínas**

119 Os produtos alimentícios desenvolvidos a partir de proteínas recuperadas de  
120 diferentes espécies de origem vegetal ou animal vem ganhando espaço nos últimos  
121 anos, isto porque, oferta produtos mais nutritivos para consumo humano, além de  
122 minimizar problemas ambientais, associados a sua eliminação inadequada no meio  
123 ambiente (Matak et al. 2015)

124 Pesquisas são cada vez mais direcionadas a buscar proteínas de baixo custo, as  
125 quais seriam descartadas na linha de produção das indústrias. Os concentrados e  
126 isolados protéicos são vistos como opção, para formular produtos que possuam

127 características funcionais e nutricionais interessantes. A finalidade é aumentar a  
128 proteína original dos alimentos, para isto, são utilizadas diferentes tecnologias (Kinsella  
129 e Melachouris 1976; Chen et al. 2009). Nos últimos anos concentrados e isolados  
130 protéicos foram obtidos de diferentes matérias-primas, tais como o pescado. Esses  
131 podem ser incorporados como ingredientes alternativos em vários produtos como  
132 embutidos emulsionados, melhorando as propriedades funcionais dos mesmos.  
133 Ressaltando que as proteínas musculares podem apresentar melhores resultados de  
134 propriedades funcionais do que matérias- primas oriundas de subprodutos, devido ao  
135 elevado valor biológico que estas apresentam (Fontana et al. 2009)

136 *A Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) define o*  
137 *concentrado de proteína de pescado como um produto preparado, no qual a proteína é*  
138 *mais concentrada do que no pescado original. Existem três classificações, sendo: tipo*  
139 *(A) pó praticamente inodoro e sem gosto com um teor máximo de gordura total de*  
140 *0,75%, tipo (B) pó que não tem limites específicos quanto a odor ou sabor, mas que tem*  
141 *definitivamente um sabor de pescado e um teor máximo de gordura de 3%, tipo (C)*  
142 *farinha de peixe normal produzida em condições satisfatórias de higiene. O teor de*  
143 *proteína do concentrado de pescado depende da matéria-prima utilizada e do grau de*  
144 *remoção da água, mas os produtos normalmente contêm pelo menos 65% de proteínas*  
145 *no tipo A, até 80% no tipo B (FAO, 2017)*

#### 146 **1.4 Subprodutos do processamento do camarão**

147 A produção do camarão (*L vannamei*) está voltada a atender o mercado interno  
148 brasileiro, que vem absorvendo bem esse produto nos últimos anos, principalmente o  
149 produto sem cefalotórax e exoesqueleto (cabeça e casca). Em 2011 atuavam 32  
150 processadoras de camarão no Nordeste do Brasil com uma capacidade de processar  
151 20.295 toneladas/mês e de armazenar 12.000 toneladas (ABCC, 2013). O que gera  
152 quantidades significativas de subprodutos, que representam de 50-60% do peso corporal  
153 deste crustáceo (Montero, 2016)

154 O desafio das indústrias, de um modo geral, é dar um destino adequado a esses  
155 resíduos, pois a Lei nº 12.305/010 que refere-se a Política Nacional de Resíduos Sólidos  
156 (PNRS). Dentre os resíduos sólidos, fazem parte 50% os resíduos orgânicos  
157 (subprodutos). A lei estabelece a prevenção e redução na geração de resíduos, a meta é  
158 aumentar a prática de reciclagem e reutilização dos resíduos sólidos, e orgânicos bem  
159 como a destinação adequada dos mesmos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE,

160 2014). A Norma Brasileira Regulamentadora 10.004 (ABNT, 2004) cita que todos os  
161 resíduos sólidos e semi-sólidos que tem origem das diferentes atividades Industriais,  
162 domésticas, hospitalares ou comerciais. São englobados em diferentes classes como:  
163 Classe I= Perigosos e classe II – Não perigosos, os quais podem ser subdivididos em  
164 Classe II A – Não inertes e Classe II B - Inertes

165 Os subprodutos da indústria da pesca se enquadram na Classe I = Perigosos e  
166 classe II- Não perigosos, podendo ser subdivididos em Classe II A- Não inertes e Classe  
167 II B- Inertes. Esses estão na Classe I, pois são perigosos, e apresentam propriedades  
168 físicas, químicas ou infecto- contagiosas, que oferecem riscos a saúde pública e ao meio  
169 ambiente. Estão também na Classe II - Não inertes, que possuem combustibilidade,  
170 biodegradabilidade e solubilidade em água.

171 Devido o exposto os subprodutos oriundos da produção do camarão podem ser  
172 aproveitados, pois são ricos em proteínas, quitina, enzimas, lipídios e astaxantina.  
173 Quando reaproveitados podem torna-se materiais com alto valor agregado  
174 (Khumallambam et al. 2011; Alemán et al. 2016). Estudos realizados através de análises  
175 físico-químicas da farinha elaborada dos subprodutos do crustáceo mostraram elevados  
176 teores de proteínas e de cinzas (Fernandes et al. 2013). A proteína, quando recuperada  
177 de forma eficiente, se torna valiosa, principalmente quando utilizada para elaboração de  
178 concentrados e/ou isolados protéicos.

### 179 **1.5 Processo de variação de pH**

180 O comportamento isoelétrico das proteínas dos diferentes alimentos vem sendo  
181 bem difundido nos últimos anos. Para extrair a proteína dos pescados, uma técnica  
182 utilizada com sucesso é o processo de solubilização ácida/alcalino ou também  
183 denominado de variação de pH ou *pH shifting process*.

184 A solubilidade de um material proteico homogeneizado em água, é afetada pelo  
185 pH. Quando a proteína é submetida a pH ácido ou alcalino, ocorrem fortes variações  
186 positivas e negativas, sobre as proteínas miofibrilares e o citoesqueleto. Isso pode ser  
187 devido a carga em seu grupo carboxílico (ácido) ou amino (básico). A solubilidade  
188 depende do número e do arranjo de cargas na molécula, ou seja, dependem da  
189 composição de aminoácidos, particularmente do número de resíduos ácidos (aspartil e  
190 glutamil) e básicos (histidil, arginil e lisil). Outras macromoléculas também podem ter  
191 influência na solubilidade, como lipídios e carboidratos, além de sais como fosfatos  
192 (Sgarbieri1996; Nolsoe e Undeland 2009; Freitas et al. 2011).

193 Este método, consiste inicialmente na homogeneização da água com a materia-  
194 prima, em seguida ocorre a solubilização de proteínas (miofibrilares e citoesqueléticas)  
195 de uma matriz alimentícia em pH básico (10,5-11,5) as cargas das moléculas da proteína  
196 nesta faixa de pH estão carregadas negativamente, por outro lado, quando o pH está em  
197 meio ácido (2-3,5) as cargas estarão carregadas positivamente (Hultin e Kelleher 1999)

198 Após a solubilização ocorre a centrifugação, nesta etapa acontece a separação do  
199 material dissolvido (proteínas musculares) do não dissolvido (pele, ossos, quitina, e  
200 lipídios) que são retirados do processo. A precipitação da proteína, só ocorre quando as  
201 cargas da proteína são nulas, sendo denominada de ponto isoelétrico, neste ponto a  
202 proteína apresenta menor solubilidade e são recuperadas por centrifugação e  
203 decantação (Nolsoe e Undeland 2009; Gehring et al. 2011).

204 A maioria das proteínas musculares de origem animal apresenta o ponto  
205 isoelétrico entre pH 4,5 e 6,5. Neste ponto, as proteínas precipitadas podem apresentar  
206 propriedades de gelificação melhoradas e maior qualidade da proteína. Deve-se ressaltar  
207 que dependendo da origem da proteína, o comportamento dos valores de pH e o ponto  
208 isoelétrico são alterados. Para melhor conhecimento, curvas de solubilidade proteica são  
209 realizadas como testes preliminares. No ponto isoelétrico as proteínas musculares são  
210 recuperadas do meio, efetuando-se apenas a variação e ajuste de pH, por processo físico  
211 de separação (Hultin e Kelleher 1999; Gehring et al. 2011).

212 Pesquisas realizadas por Freitas et al. (2011) que utilizaram subprodutos da  
213 anchoíta (*Engraulis anchoita*), constataram que a proteína isolada em meio ácido, teve a  
214 maior capacidade de retenção de água e alta solubilidade, enquanto que a proteína  
215 isolada em meio alcalino mostrou a maior capacidade de retenção de óleo e capacidade  
216 emulsionante. Estudos realizados para recuperar a proteína de Krill (*Euphausia*  
217 *superba*), utilizando o método de variação de pH, demonstraram uma proteína de alta  
218 qualidade, e a presença dos 9 aminoácidos essenciais requeridas para dietas de humanos  
219 e animais. Além disso, obtiveram concentrados com boas propriedades de textura.  
220 (Chen e Jaczynski 2007; Chen et al. 2009)

221 Nolsoe e Undeland (2009) relataram que o processo de solubilização ácida teve  
222 algumas vantagens, em relação à solubilização de proteínas musculares, como, por  
223 exemplo, o rendimento em proteína, e que o processo de solubilização alcalina  
224 apresenta vantagens em outros aspectos como força de gel, remoção lipídica e brancura.

225 Contudo, esse procedimento foi utilizado para proteínas musculares. Os autores  
226 destacam que a escolha do método depende da aplicação.

227       Nos últimos anos o método de variação de pH tem sido utilizado para recuperar  
228 proteínas do músculo e subprodutos de pescado. Como relatado no trabalho de  
229 Cordova-Murueta et.al (2013) que recuperaram proteínas de subprodutos de camarão *L*  
230 *vannamei*. Nos estudos de Khumallambam et.al (2011) os subprodutos de *Penaeus*  
231 *monodon* foram utilizados para obtenção de hidrolisados utilizando a mesma técnica.  
232 Gómez-Estaca et al. (2015) utilizaram o músculo desse crustáceo para obtenção de  
233 filmes. Undeland et al.(2005); Marmon e Undeland (2010) utilizaram filé do arenque  
234 *Clupea harengus* e truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), Chen e Jaczynski (2007)  
235 recuperou proteína do krill *Euphausia superba* por essa técnica (Chen et al., 2009)

### 236       **1.6 Propriedades funcionais**

237       A função que as proteínas exercem dentro dos alimentos irá depender do seu  
238 comportamento físico-químico, este pode ser facilmente afetado durante etapas de  
239 processamento, armazenamento e consumo. Para maior clareza do entendimento da  
240 funcionalidade das proteínas deve-se levar em consideração tamanho, forma,  
241 composição/sequência dos aminoácidos, carga líquida e distribuição das cargas, relação  
242 hidrofobicidade/hidrofilicidade e capacidade de interagir com outros componentes  
243 (Kinsella, 1976).

244       As propriedades funcionais desejáveis das proteínas mudam em função do  
245 produto onde são adicionadas. Produtos como sucos e leite, por exemplo, necessitam de  
246 alta solubilidade. Produtos cárneos como salsichas, linguiças e patês requerem  
247 propriedades com boa emulsificação, retenção de água e óleo (Sgarbieri,1996; Ordóñez,  
248 2005)

249       A solubilidade da proteína exerce uma característica importante em um  
250 alimento, isto porque, essa se manifesta termodinamicamente através do equilíbrio entre  
251 as interações proteína-proteína e proteína-água. As características básicas que podem  
252 influenciar a solubilidade são de caráter hidrofóbico e iônico. As interações proteína-  
253 proteína ocorrem devido às influências hidrofóbicas, diminuindo a solubilidade,  
254 enquanto que as de natureza iônica são responsáveis por conexões entre a proteína-água,  
255 fazendo com que ocorra um aumento na solubilidade (Damodaran, Parkin e Fennema,  
256 2010)

257 O comportamento bioquímico das proteínas musculares em relação a solubilidade  
258 pode ser explicado devido a condições as quais elas são submetidas (ácido ou base)  
259 pois, em relação a esse quesito essa pode ser “ligada” ou “desligada”, dependendo da  
260 condição que poderá favorecer ou desfavorecer essa solubilidade. O exemplo mais  
261 prático é quando um ácido é adicionado a uma solução proteica, ele dissocia-se dando  
262 origem a íons hidrônio ( $H_3O^+$ ). A protonação das cadeias carregadas negativamente nos  
263 resíduos glutamyl ou aspartil resulta num aumento de carga de superfície positiva. Mas  
264 quando uma base ( $OH^-$ ) é acrescida, a desprotonação das cadeias laterais contendo  
265 resíduos de tirosil, triptofanil, cistenil, lisil, arginil ou histidil ofertando um aumento na  
266 carga de superfície negativa (Undeland, 2003; Kristinsson et.al, 2005).

267 A capacidade de retenção de água indica o quanto a proteína pode absorver água  
268 frente à ação de uma força externa de gravidade, centrifugação ou compressão dos  
269 alimentos. Este fenômeno é importante na tecnologia de alimentos, pois a água  
270 absorvida em pequenas quantidades pela proteína não atua como solvente, mas  
271 contribui para dar corpo e aumentar a viscosidade (Cândido 1998; Pilosof, 2000) Esta  
272 propriedade é importante na fabricação de produtos à base de carne, prevenindo a perda  
273 no processo de cocção e que geralmente melhora a textura dos alimentos (Centenaro,  
274 2007).

275 Para uma distribuição uniforme dos ingredientes na elaboração de produtos  
276 cárneos é necessário levar em consideração a capacidade de retenção de óleo, que é uma  
277 propriedade funcional que tem influência direta na ordem de adição dos ingredientes  
278 secos (Freitas et al, 2011). Elevados valores de CRO são requeridos, devido propiciar  
279 aos alimentos características agradáveis, melhorando a sensação de palatabilidade e  
280 viscosidade quando consumidos (Fontana et.al 2009). O comportamento de retenção do  
281 óleo deve-se principalmente porque a proteína é capaz de aprisioná-lo, a quantidade de  
282 óleo absorvido pode ser relatada em mililitros de gordura ligada por grama de proteína  
283 (Kinsella et.al. 1976)

284 O procedimento para quantificar a capacidade emulsificante (CE) é através do  
285 volume de óleo (ml) que pode ser emulsionado por grama de proteína, isto deve ocorrer  
286 antes da inversão de fase (mudança da emulsão óleo em água para água óleo). Quando é  
287 adicionado óleo a temperatura constante, em solução aquosa de proteína sob agitação,  
288 ocorre a inversão de fases que pode ser visualizada quando há mudança de cor ou  
289 viscosidade (Damodaran, Parkin e Fennema, 2010).

## 290 **1.7 Embutidos**

291 Os embutidos são definidos como todo produto preparado com carne, órgão ou  
292 vísceras comestíveis, condimentado, podendo ou não ser cozido, curado, maturado,  
293 dessecado, contido em envoltório natural ou artificial (BRASIL, 1952). Como principais  
294 produtos embutidos pode-se citar linguiças, salsichas, mortadelas, salames entre outros  
295 (Gonçalves, 2011). Na produção de embutidos emulsionados, um dos produtos mais  
296 bem aceitos e consumidos entre a população por ser de baixo custo são as salsichas. No  
297 Brasil, esta produção alcançou em 2015 mais de 76.484 toneladas, este produto  
298 apresenta forte tendência de crescimento (Datamark, 2016).

299 De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA (BRASIL,  
300 1998) as salsichas podem ter em sua composição carnes de diferentes espécies de  
301 animais de açougue e sal, além disso, é permitida a adição de carne mecanicamente  
302 separada (até 60% em salsichas comuns), miúdos comestíveis de diferentes espécies de  
303 animais de açougues (até 10% de estômago, coração, língua, rins, miolos, fígados),  
304 tendões, pele e gorduras, exceto salsichas Viena e Frankfurt. Por sugestão devem conter  
305 no máximo de 1-2% de amido, 1-7% de carboidratos totais, 65% de umidade, 30% de  
306 gordura e no mínimo 12% de proteína.

307 A formação da emulsão para se obter o produto é muito importante, pois as  
308 emulsões são instáveis, devido a isso composto como agentes estabilizantes ou  
309 emulsionantes, podem ajudar a emulsão ficar mais estável. Dentro do processo de  
310 fabricação quando a gordura entra em contato com a água, existe uma grande tensão  
311 interfacial entre as fases. Os agentes emulsionantes atuam reduzindo esta tensão e  
312 permitindo a formação de uma emulsão com menor energia interna, aumentando,  
313 portanto, sua estabilidade. Os agentes emulsionantes têm afinidade tanto pela água  
314 como pela gordura (Roça, 2000).

## 315 **1.8 Processamentos da salsicha**

316 Para o preparo de uma emulsão a carne deve ser picada, e em seguida adiciona-  
317 se o gelo ou a água, o sal, as especiarias e os agentes de cura. O processo de formação  
318 da emulsão ocorre quando proteínas, água, gordura e sal são misturados dentro do cutter  
319 (Marca metvisa), assim ocorre absorção de água pelas proteínas e formação de uma  
320 matriz viscosa, a seguir ocorre à solubilização das proteínas com emulsificação dos  
321 glóbulos de gordura. O rompimento das fibras musculares expõe as proteínas à água. As

322 proteínas insolúveis, principalmente miosina e actina ou actomiosina, formam um gel  
323 capaz de reter água se a força iônica do meio, o pH e a temperatura forem favoráveis  
324 (Guerreiro, 2006).

325 A absorção de água pelo gel proteico na presença de sal e tripolifosfato, provoca  
326 inchamento das proteínas com o aumento de viscosidade. Algumas proteínas  
327 permanecem sem alteração na fibra muscular ou no tecido conjuntivo, enquanto outras  
328 solubilizam e servem como agentes emulsificantes. A formação na massa emulsificada,  
329 estabiliza a estrutura ao imobilizar a água livre, impedindo perda de água e a  
330 coalescência dos glóbulos de gordura durante o aquecimento (Ordóñez, 2005; Olivo,  
331 2006).

### 332 **1.9 Ingredientes e aditivos para formulação da salsicha**

333 Para a elaboração da salsicha, alguns ingredientes, que podem ser obrigatórios ou  
334 opcionais, na formulação desse produto. No que diz respeito, aos ingredientes  
335 opcionais, pode conter gordura animal ou vegetal, água, proteína vegetal ou animal. A  
336 adição de proteína não cárnea é permitida em até 4% como proteína agregada, sendo  
337 utilizados também agentes de liga, aditivos intencionais, açúcares, aromas e especiarias  
338 com diversas funcionalidades tecnológicas (Brasil, 1998).

339 Os aditivos mais utilizados na fabricação de produtos cárneos são: sal, açúcar,  
340 nitrito de sódio, nitrato de sódio, emulsificantes e antioxidantes. A finalidade é  
341 conservar os produtos e auxiliar no processo de cura, que consiste no desenvolvimento  
342 de cor, sabor, aroma e textura específica de cada alimento (Rocco, 1996). Segundo a  
343 ANVISA o uso dos aditivos em alimentos se justifica por ofertar vantagens de caráter  
344 tecnológica ou de segurança ao alimento. No caso de elaboração de embutidos como  
345 salsichas pode-se citar a utilização de nitritos/nitratos, os quais impedem o crescimento  
346 de bactérias patogênicas (BRASIL, 1998)

347 A carne de aves é a porção muscular comestível das aves abatidas, declaradas  
348 aptas à alimentação humana por inspeção veterinária oficial antes e depois do abate  
349 (MAPA, 2016). Entende-se por carne mecanicamente separada (CMS) a carne obtida  
350 por processo mecânico de moagem e separação de ossos de animais de açougue,  
351 destinada a elaboração de produtos cárneos específicos. Essa matéria-prima é muito  
352 utilizada pela indústria de alimentos, para formulação de diferentes produtos. Isto  
353 devido o preço reduzido, que se deve ao aproveitamento de cortes menos valorizado  
354 como dorso, pescoço, ossos de peito, pontas de asa, caixa torácica e produtos

355 lesionados, que constituem de 15% a 25% da carne existente na carcaça (Beraquet,  
356 1990; Fonkwee Singh, 1996).

357 A água pode ser adicionada na formulação do produto como forma fluida ou  
358 gelo, é importante para manter e baixar a temperatura do produto durante a  
359 emulsificação da massa (Guerreiro, 2006). A legislação sugere que o uso desse  
360 componente não ultrapasse 10 % de sua adição na massa (RIISPOA, 2016).

361 A gordura é um componente responsável por conferir características desejáveis  
362 de suculência, sabor e aroma aos embutidos, contribuir com a suavidade e brilho do  
363 produto, facilitando o desprendimento do envoltório antes do consumo. Entretanto a  
364 essencial utilização implica diretamente na emulsão formada, o que dará a mesma uma  
365 percepção melhorada de sabor ao produto (Shimokomaki et al, 2006), o teor utilizado  
366 não deve ultrapassar o limite máximo de 30% em salsichas (BRASIL,2000).

367 O sal e o açúcar são potencializadores do sabor e aroma, outra função do sal é  
368 seu efeito desidratante e bacteriostático, o que inibe o desenvolvimento de  
369 microrganismos, favorecendo maior vida de prateleira aos produtos (Rocco, 1996).

370 Os ligadores não cárneos têm função de melhorar a estabilidade da emulsão,  
371 aumentar a capacidade de ligar água e gordura, aprimorar o sabor e aroma, favorecendo  
372 melhorias nas características de corte e o rendimento durante a cocção. Além de reduzir  
373 os custos de formulação, os mais utilizados são leite em pó ou produtos derivados da  
374 soja, como farinhas, triturados, proteína texturizada de soja, a qual deve conter 50% de  
375 proteína, proteína concentrada de soja, 70% de proteína, e proteína isolada de soja,90%  
376 de proteína (Guerreiro, 2006).

377 Os condimentos, antioxidantes e estabilizantes são três categorias de importantes  
378 para os produtos cárneos, sendo eles: os conservantes (sal de cura), antioxidantes  
379 (ascorbatos e isoascorbatos) e estabilizantes (fosfatos e polifosfatos). A função do sal de  
380 cura (cloreto de sódio mesclado a nitrito e nitrato de sódio) quando adicionado em  
381 produtos cárneos é estabilizar a coloração, contribuir para o desenvolvimento do aroma  
382 característico, e inibir ou retardar o crescimento de algumas bactérias, especialmente o  
383 *Clostridium botulinum*. Entretanto, os fosfatos e polifosfatos atuam elevando o pH do  
384 meio, melhorando a capacidade de retenção de água (CRA), protegendo contra a perda  
385 de umidade e rancidez oxidativa, aumentando a suculência e melhorando a textura  
386 (Ordóñez et al. 2005; Pardi et al. 2007).

387 Estas duas substâncias de enchimento são componentes usuais em embutidos  
388 cárneos devido a sua capacidade de formar gel quando submetido ao calor. Embora  
389 tenha baixa atividade emulsificante, atua no aumento do rendimento, na melhora da  
390 textura do produto e retém grande quantidade de água (Pardi et al, 2007; Ogawa e Maia,  
391 1999).

392 A escolha dos condimentos é opcional em cada formulação de produtos e  
393 conferem aroma, sabor aos embutidos de carne, sendo que alguns contribuem para a  
394 maior conservação do produto. Comumente são de origem vegetal na forma crua, crua  
395 picada, desidratada, pó entre outros. Dentre eles, têm-se o aipo, o alecrim, o alho, a  
396 cebola, o cominho, o gengibre, a noz moscada, a mostarda, a páprica, as pimentas, entre  
397 outros (Pardi et al., 1994).

### 398 **1.10 Fatores que afetam a estabilidade da emulsão**

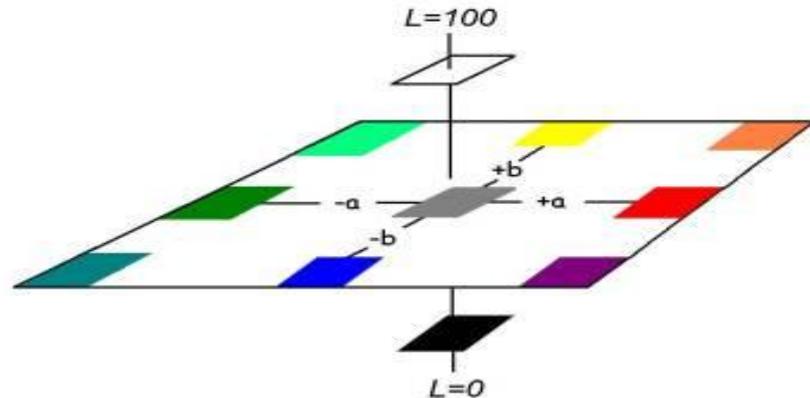
399 Os principais fatores que afetam a formação e a estabilidade da emulsão cárnea  
400 podem ser a temperatura durante o processo de formação da matriz, emulsificação,  
401 tamanho da gota de gordura, pH, a quantidade e o tipo de proteína solúvel e a  
402 viscosidade da massa (Guerreiro, 2016). Segundo Ordóñez (2005) a temperatura da  
403 emulsão deve ficar abaixo de 15 a 20°C, pois as temperaturas elevadas fazem com que  
404 ocorra o rompimento da emulsão. Para formação da emulsão as partículas de gorduras  
405 deverão estar bem pequenas. Contudo essa diminuição acarreta em uma área superficial  
406 que deve ser preenchida por proteínas emulsificantes para recobrir a totalidade das  
407 gotículas de gordura. Outro fator relevante é a viscosidade da emulsão que é reduzida  
408 com o aumento da quantidade de água acrescentada.

### 409 **1.11 Caracterização do produto**

410 Os diferentes alimentos apresentam características próprias que são perceptíveis  
411 pelo consumidor como textura e cor. Fatores estes que influenciam diretamente na  
412 aceitação dos produtos diante do consumidor. Para a textura são medidos parâmetros  
413 como: força, distância e tempo. A força é a medida do estresse, que considera a  
414 penetração, compressão-extrusão, corte, quebra tensão, torque e dobra. A distância pode  
415 ser relacionada com o esforço realizado causado pela aplicação do estresse. Pode ser  
416 medida linearmente (L), como medidas de área (L2) ou volume (L3). O tempo é medido  
417 em segundos correlacionado com a variação da deformação do alimento no momento  
418 que a força é aplicada (Smewing, 2001). Para analisar a cor de um produto o  
419 equipamento, o colorímetro utiliza sensores que simulam a maneira como o olho

420 humano vê a cor, expressando a cor na forma numérica e quantificando a diferença de  
421 cor entre um padrão e uma amostra de produção (Chambers e Bowers, 1993).

422 Este avalia os valores  $L^*$  (luminosidade) que variam entre zero (preto) e 100  
423 (branco) e os valores das coordenadas de cromaticidade  $a^*$  e  $b^*$ , que variam de  $-a^*$   
424 (verde) até  $+a^*$  (vermelho), e de  $-b^*$  (azul) até  $+b^*$  (amarelo). Na Figura 1 verifica-se  
425 a representação gráfica do sistema CIE- $L^*a^*b^*$  para cores.



426

427

**Figura 1:** Representação gráfica do sistema CIE- $L^*a^*b^*$  para cores.

428

Fonte: MINOLTA, 1994

429

430

431

432

433

434

435

436

437

438

439

440

441 **2 - OBJETIVOS**

442 **2.1. Geral:**

443 Recuperar as proteínas presentes em subprodutos do camarão branco  
444 (*Litopenaeus vannamei*) utilizando o processo de variação de pH.

445 **2.2. Objetivos específicos:**

- 446 • Caracterizar os subprodutos do camarão branco cultivado no processo BFT;
- 447 • Obter um concentrado proteico a partir da proteína recuperada dos subprodutos do  
448 camarão branco por processo de variação de pH;
- 449 • Avaliar funcionalmente o concentrado proteico de camarão obtido;
- 450 • Determinar os aminoácidos presentes nos subprodutos e concentrado proteico.
- 451 • Formular e caracterizar um embutido emulsionado (salsicha) substituindo parte da  
452 gordura original por concentrado proteico de camarão, comparando-a com uma  
453 salsicha comercial;

454

455

456

457

458

459

460

461

462

463

464

465

466

467

468

469

470

471

### 472 **3 - MATERIAL E MÉTODOS**

473 A matéria-prima (MP) foi obtida a partir do camarão-branco cultivado pelo  
474 sistema da tecnologia de bioflocos (BFT), e foi fornecida pela Estação Marinha de  
475 Aquicultura (EMA) da Universidade Federal do Rio Grande- FURG, localizada no  
476 Bairro Querência, Balneário Cassino, no município de Rio Grande –RS.

477 Os ingredientes para formulação das salsichas foram comprados no comércio  
478 local de Rio Grande e transportados para o Laboratório de Tecnologia de Alimentos,  
479 sito no Campus Carreiros da FURG, onde se encontram os equipamentos necessários  
480 para o processamento do produto. Os aditivos utilizados foram doados pela empresa  
481 Duas Rodas Industrial Ltda de Santa Catarina. Os reagentes utilizados durante os testes  
482 foram de grau P.A.

483 Foram obtidos pacotes de 2 kg de camarão-branco inteiro congelado a-18°C que  
484 foram encaminhados em caixas de poliestireno para o Laboratório de Tecnologia de  
485 Alimentos. A matéria-prima foi descongelada sobre refrigeração a 4°C e as cabeças e  
486 carapaças separadas manualmente e denominadas de subprodutos, esses passaram por  
487 lavagem em água corrente, posteriormente foram colocadas em sacos plásticos e  
488 mantidas sobre refrigeração para posterior processamento e análises. O músculo do  
489 camarão foi reservado e encaminhado para outras pesquisas.

#### 490 **3.1 Composição química proximal dos subprodutos**

491 Para aferir o pH dos subprodutos, o pHmetro de bancada da marca Quimis  
492 modelo Q400AS foi calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0. Em seguida foram  
493 pesados 10g de amostra triturada e homogeneizadas com 100 mL de água destilada sob  
494 agitação em temperatura ambiente por 3 minutos com o auxílio do agitador magnético  
495 marca Fisatom modelo 752A(BRASIL, 1999).

496 A composição química proximal dos subprodutos (carapaças e cabeças) de  
497 camarão foi determinada conforme metodologia recomendada pela AOAC(2000) como  
498 a umidade em estufa a 105 °C (método 950.46), para proteína bruta pelo método micro-  
499 Kjeldahl, fator de conversão 6,25 (método 928.08), para lipídios totais em extrator de  
500 Soxhlet (método 960.39) e para matéria mineral com incineração em mufla a 550 °C  
501 (método 920.153). Todas as análises foram realizadas em triplicata

#### 502 **3.2 Curva de solubilidade proteica**

503 Para esta análise utilizou-se o método adaptado de Sila et.al (2014) com variação  
504 de pH (2; 3; 3,5; 4; 4,5; 5; 5,5; 6; 6,5; 7; 8; 9; 10 e 11). Pesou-se 1 g de amostra triturada

505 e depois foi misturado com 100 mL de água destilada com auxílio de bastão de vidro. O  
506 pH foi ajustado com ácido clorídrico (HCl) e hidróxido de sódio (NaOH) em  
507 concentrações de 0,1 M e 1 M respectivamente, com auxílio de pHmetro de bancada  
508 marca Quimis modelo Q400AS.

509 A suspensão foi mantida em agitação constante a temperatura ambiente por 30  
510 minutos com agitador magnético (Quimis, 261-2, São Paulo, Brasil), mantendo-se o pH  
511 constante conforme a faixa analisada. Mediu-se o volume final após agitação com  
512 auxílio de proveta e em seguida centrifugou-se a suspensão a 8667 x.g por 20 minutos  
513 em centrífuga de bancada de tubos marca (Biosystem modelo MPW 350R, Polônia).

514 O sobrenadante foi filtrado em papel filtro e o filtrado foi utilizado para  
515 quantificação proteica. A quantificação proteica foi realizada segundo Lowry et al.  
516 (1951) em espectrofotômetro (Biospectro, SP22, Paraná, Brasil) UV/VIS com  
517 comprimento de onda de 660 nm. A solubilidade (S) da proteína foi calculada conforme  
518 a equação 1. Para o cálculo de proteína no sobrenadante utilizou-se curva padrão de  
519 albumina de 2,5 mg/mL.

520

$$521 \quad S (\%) = \frac{\text{Proteína do sobrenadante}}{\text{Proteína presente na amostra}} \times 100 \quad (1)$$

522

523 Onde: S é a solubilidade da proteína

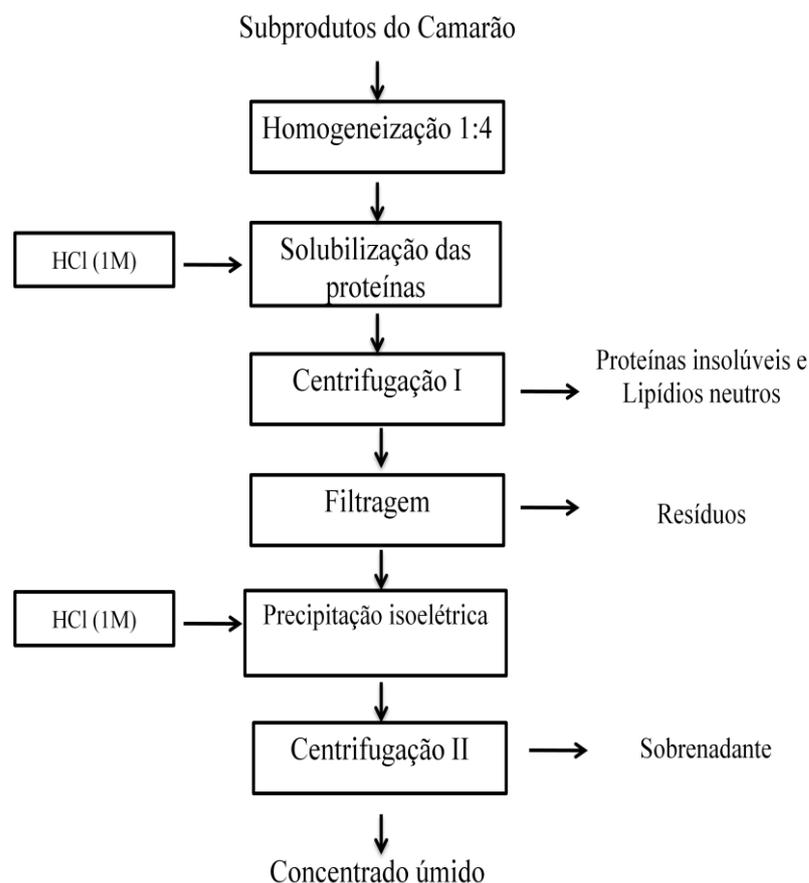
### 524 **3.3. Obtenção do concentrado protéico de camarão**

525 A metodologia utilizada para a elaboração do concentrado proteico de camarão  
526 pelo processo de variação de pH, seguiu as recomendações de Córdova - Murueta et.al  
527 (2013) e outros trabalhos desenvolvidos no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da  
528 FURG (Moraes et. al. 2011; Freitas et al. 2011; Freitas et al. 2014).

529 Os subprodutos foram higienizados com água destilada (2L) misturado com  
530 solução de hipoclorito utilizando 20 (mL) por 15 minutos, em seguida passou por nova  
531 lavagem com água destilada, a finalidade desse processo é diminuir a carga microbiana.

532 Os subprodutos triturados foram homogeneizados com água destilada que estava  
533 a temperatura de 4°C em Blender Shake Up BLD600 marca Cadence, formando uma  
534 suspensão que foi colocada em reator de aço inoxidável, com capacidade para 5L, e a  
535 proporção utilizada foi de 1:4 (suspensão/água). O concentrado foi obtido utilizando o  
536 fluxograma apresentado na Figura 2.

537



538

539

**Figura 2:** Fluxograma operacional utilizado para obtenção do concentrado

540

541

542

543

544

545

546

547

548

549

550

551

552

553

554

O processo de solubilização da proteína, seguiu recomendações de Córdova-Murueta et.al (2013) com algumas modificações ocorrendo, onde o pH foi medido constantemente com auxílio de pHmetro de bancada, utilizando HCl 1 M, para solubilizar as proteínas. A mistura permaneceu em agitação constante por período de 20 minutos em sistema composto por agitador eixo-hélice e termômetro, com a manutenção da temperatura reduzida (1°C) com auxílio de banho ultratermostático circulador Solotest marca Quimis modelo Q214M2.

Após o período de solubilização, a mistura foi colocada em tubos de centrifuga para então passarem por processo de centrifugação em centrífuga de piso refrigerada de copos marca Hanil modelo Supra 22K, a velocidade de 14308 x. g por 20 minutos e temperatura de 4°C. Os tubos foram retirados da centrifuga e então obteve-se três fases: inferior (sólida), contendo as proteínas e materiais insolúveis no processo; intermediária (líquida), contendo as proteínas solúveis (miofibrilares e sarcoplasmáticas); e a fase superior, contendo os lipídios neutros. Em seguida a fase líquida (intermediária) foi filtrada com um pano de algodão, sendo colocada novamente dentro do reator de aço

555 inoxidável e as demais fases inferiores (sólida) e a fase superior (lipídios) foram  
556 descartadas.

557 A fase intermediária (líquida) contendo as proteínas solúveis foram colocadas  
558 novamente dentro do reator para ser submetida à precipitação isoelétrica da proteína  
559 utilizando HCl 1 M até atingir o ponto de precipitação no pH 4 com auxílio de pHmetro  
560 de bancada, a mistura permaneceu nesse pH por 20 minutos com agitação constante um  
561 agitador eixo-hélice marca Fisatom modelo 713D e termômetro de mercúrio, mantendo-  
562 se a temperatura máxima de  $2 \pm 1^\circ\text{C}$  com auxílio de banho ultratermostático.

563 Ao término do período da precipitação isoelétrica, a mistura foi retirada do  
564 reator e recentrifugada como citado anteriormente, para separar a fração líquida da  
565 fração sólida ou proteica, facilitando a coleta das proteínas precipitadas.

566 A parte líquida (sobrenadante) foi descartada e a parte sólida denominada de  
567 concentrado úmido de camarão (Figura 4) foi armazenada em potes de plástico e  
568 congelada em freezer a  $-18^\circ\text{C}$ , para posteriores análises e processos.

### 569 **3.4 Rendimento do processo de obtenção do concentrado**

570 O rendimento do processo de obtenção do concentrado foi calculado segundo a  
571 equação 2.

$$572 \text{Rendimento de massa (\%)} = \frac{\text{Massa do concentrado úmido}}{\text{Massa úmida da MP}} \times 100 \quad (2)$$

574 O rendimento proteico do concentrado de camarão em base seca foi calculado  
575 segundo equação 3.

$$576 \text{Rendimento proteico (\%)} = \frac{\text{Massa proteica do concentrado}}{\text{Massa da proteína seca do MP}} \times 100 \quad (3)$$

### 578 **3.5 Composição química proximal do concentrado proteico de camarão** 579 **(CPC)**

580 O CPC foi determinado conforme AOAC (2000). Umidade em estufa a  $105^\circ\text{C}$   
581 (método 950.46), para proteína bruta pelo método micro-Kjeldahl (fator de conversão  
582 6,25) (método 928.08), para lipídios totais em extrator de Soxhlet (método 960.39) e  
583 para matéria mineral com incineração em mufla a  $550^\circ\text{C}$  (método 920.153).

### 584 **3.6 Determinação das propriedades funcionais**

585 A solubilidade do concentrado proteico seguiu o método adaptado de Sun et.al  
586 (2013) com variação de pH (2, 4, 6, 7, 8 e 10). Pesou-se 3,2 g de proteína, considerando

587 o valor da composição do concentrado em base úmida. Foram misturados com 50 mL  
588 de água destilada com auxílio de bastão de vidro.

589 O pH foi ajustado com ácido clorídrico (HCl) e hidróxido de sódio (NaOH) em  
590 concentrações de 0,1 M e 1 M, respectivamente, com auxílio de pHmetro de bancada. A  
591 suspensão foi mantida em agitação por 30 minutos com agitador magnético, mantendo-  
592 se o pH constante conforme a faixa analisada. Mediu-se o volume final após agitação  
593 com auxílio de proveta e, em seguida, centrifugou-se a dispersão a 8667 x.g por 20  
594 minutos em centrífuga de bancada de tubos marca Biosystem modelo MPW350. O  
595 sobrenadante foi filtrado e o teor de proteína solúvel foi determinado pelo método de  
596 Folin-Ciocalteau de acordo com Lowry et al. (1951) adaptado em espectrofotômetro  
597 UV/VIS em comprimento de onda de 660 nm. A solubilidade (S) da proteína foi  
598 calculada conforme a equação4. Para o cálculo de proteína no sobrenadante utilizou-se  
599 curva padrão de albumina de 2,5 mg/mL.

600

$$601 \quad S (\%) = \frac{\text{Proteína do sobrenadante}}{\text{Proteína presente na amostra}} \times 100 \quad (4)$$

602

603 Onde: S é a solubilidade da proteína

604 Para determinar a capacidade de retenção de água, foi seguido o método  
605 utilizado por Brasileiro (2013) com adaptações. Em cada tubo de centrifuga adicionou-  
606 se 1g de proteína e 10 mL de água destilada. Cada tubo foi agitado em agitador (marca  
607 Vortex) por 30 segundos. A suspensão ficou em repouso por 30 minutos e após isso foi  
608 centrifugado a 2000 x.g por 15 minutos com auxílio de centrifuga de bancada marca  
609 Biosystem modelo MPW350. O sobrenadante foi descartado e os tubos foram invertidos  
610 para escoar a água, em seguida pesou-se os tubos em balança semianalítica marca  
611 Marte. Para o cálculo de capacidade de absorção de água foi considerado o ganho em  
612 peso em g/100g.

613 A capacidade de retenção de óleo (CRO) foi mensurada de acordo com o método  
614 descrito por Fonkwe e Singh (1996) com modificações sendo utilizados 0,3 g de  
615 proteína, que foi misturado com 10 mL de óleo de soja em tubos de centrifuga, os  
616 mesmos foram agitados em agitador (Vortex) por 10 minutos. Em seguida os tubos  
617 foram colocados em centrifuga (Hamil). A centrifugação ocorreu na velocidade de 8667  
618 x.g por 25 minutos, e o volume de óleo não absorvido foi eliminado. Para o cálculo foi  
619 considerado a equação5.

620

$$621 \quad \text{CRO} = \frac{\text{Óleo retido (mL)}}{\text{Massa de proteína (g)}} \quad (5)$$

622

$$\text{Massa de proteína (g)}$$

623

624 A capacidade emulsificante do concentrado foi determinada segundo método de  
625 Bora (2002) com modificações. Em tubos de 25 mL de centrifuga de bancada. Foram  
626 adicionados 5mL do concentrado, 5mL da solução tampão (fosfato dissódico, ácido  
627 cítrico) com pH correspondente (3, 6, 7, 8), misturados com 5mL de óleo de soja. Em  
628 seguida foram homogeneizados em vortex por 1 minuto. Os tubos ficaram em repouso  
629 por 24 horas, após este tempo as emulsões foram calculadas conforme, equação 6

630

$$631 \quad \text{AE} = \frac{\text{Altura da camada emulsionada no tubo}}{\text{Altura do total do conteúdo no tubo}} \times 100 \quad (6)$$

632

$$\text{Altura do total do conteúdo no tubo}$$

633

### 634 **3.7 Determinação do perfil aminoacídico**

635 A composição de aminoácidos foi determinada de acordo com o método proposto por  
636 Streit (2014). Para essa determinação, as amostras dos subprodutos e concentrado  
637 proteico de camarão passaram por processo de ultracongelamento à temperatura -80 °C  
638 por 48 horas e liofilização em liofilizador (marca Liotop, modelo LI08), por 48 horas  
639 com pressão 5µmHg. Posteriormente alíquotas de 10 mg foram transferidas para tubos  
640 Eppendorf e submetidas a hidrólise, por adição de 600 µL de HCl 6 M e assim  
641 submetidas a estufa de secagem (marca Deleo, modelo A1SE) a temperatura de 110 °C  
642 durante 24 h. Após hidrólise, as amostras foram ressuspensas em 7mL de água milli-Q e  
643 filtradas para tubos falcon utilizando o filtro Milipore (0,45 µ). O material foi liofilizado  
644 e ressuspense em 500µL de fase móvel antes da injeção em cromatógrafo líquido de alta  
645 eficiência (CLAE), marca Shimadzu, modelo LC-20AD, equipado com uma coluna  
646 Shimpack Amino-Na (6,0 mm D.I. x 100 mm L), mantida a uma temperatura constante  
647 de 60°C, detector de fluorescência e derivatização pós-coluna, com lâmpada de  
648 xenônio. A detecção dos aminoácidos foi realizada nos comprimentos de onda de 450  
649 nm e 350 nm de emissão e excitação, respectivamente, à partir do complexo colorido  
650 formado na derivatização entre os aminoácidos de uma alíquota de 50 µL do hidrolizado  
651 e orto-ftalaldeído (OPA).

652 **3.8 Testes preliminares para elaboração da salsicha.**

653 Foram testadas várias formulações de salsicha, para determinar a melhor  
654 formulação. As formulações foram feitas substituindo principalmente gordura (toucinho  
655 suino) por concentrado proteico de camarão. Na Tabela 1 se apresenta a descrição dos  
656 ingredientes utilizados e porcentagem (%) dos mesmos.

657 **Tabela 1:** Matérias-primas, ingredientes e aditivos (%) utilizados para a formulação da  
658 salsicha

Matérias - primas e ingredientes	Salsicha controle	F1	F2
Coxa de Frango	12,00	12,00	12,00
Peito de Frango	6,00	6,00	6,00
CMSF	54,00	54,00	54,00
Gordura (toucinho suino)	5,00	3,00	4,00
Concentrado proteico de camarão	0,00	2,00	1,00
Água (mL)	12,00	12,00	12,00
Cloreto de sódio	2,20	2,20	2,20
Fécula de mandioca	4,00	4,00	4,00
Isolado proteico de soja	3,00	3,00	3,00
Estabilizante tripolifosfato de sódio	0,50	0,50	0,50
Sacarose de sódio	0,50	0,50	0,50
Conservante nitrito (mescla)	0,25	0,25	0,25
Antioxidante eritorbato de sódio	0,25	0,25	0,25
Glutamato monossódico	0,10	0,10	0,10
Pimenta preta moída	0,04	0,04	0,04
Alho em pó	0,04	0,04	0,04
Aroma fumaça líquida	0,03	0,03	0,03
Noz moscada	0,02	0,02	0,02
Corante carmin	0,02	0,015	0,015
Páprika	0,01	0,01	0,01

659 \*CMSF: Carne mecanicamente separada de frango.

660 **3.9 Definição da formulação da Salsicha**

661 A partir dos testes preliminares realizados para formulação das salsichas, foram  
662 definidas as formulações finais descritas na Tabela 2. A principal mudança na  
663 formulação foi o aumento de gordura (toucinho suino) na salsicha controle de 5%,

664 conforme Tabela 1, para 6% Tabela 2. A partir dessa alteração houve substituição de  
 665 33,3% (F1) e 16,7% (F2) de gordura (toucinho suino) por concentrado proteico de  
 666 camarão (CPC), como mostra a Tabela 2. Estas formulações foram escolhidas por  
 667 apresentarem melhor formação de emulsão e conseqüentemente melhores resultados.

668 **Tabela 2:** Matérias-primas, ingredientes e aditivos (%) utilizados para a formulação da  
 669 salsicha.

Matérias - primas e ingredientes (100g)	Salsicha controle	F1	F2
Coxa de Frango	10,00	10,00	10,00
Peito de Frango	12,00	12,00	12,00
*CMSF	50,00	50,00	50,00
*Gordura (toucinho suino)	6,00	4,00	5,00
**Concentrado proteico de camarão	0,00	2,00	1,00
Água (mL)	10,00	10,00	10,00
Cloreto de sódio	2,20	2,20	2,20
Fécula de mandioca	4,00	4,00	4,00
Isolado proteico de soja	4,00	4,00	4,00
Estabilizante tripolifosfato de sódio	0,50	0,50	0,50
Açúcar	0,50	0,50	0,50
Conservador nitrito de sódio	0,25	0,25	0,25
Antioxidante eritorbato (ou mescla)	0,25	0,25	0,25
Glutamato monossódico	0,10	0,10	0,10
Pimenta preta moída	0,04	0,04	0,04
Alho em pó	0,04	0,04	0,04
Aroma fumaça líquida	0,03	0,03	0,03
Noz moscada	0,02	0,02	0,02
Corante carmin	0,015	0,02	0,02
Paprika	0,01	0,01	0,01

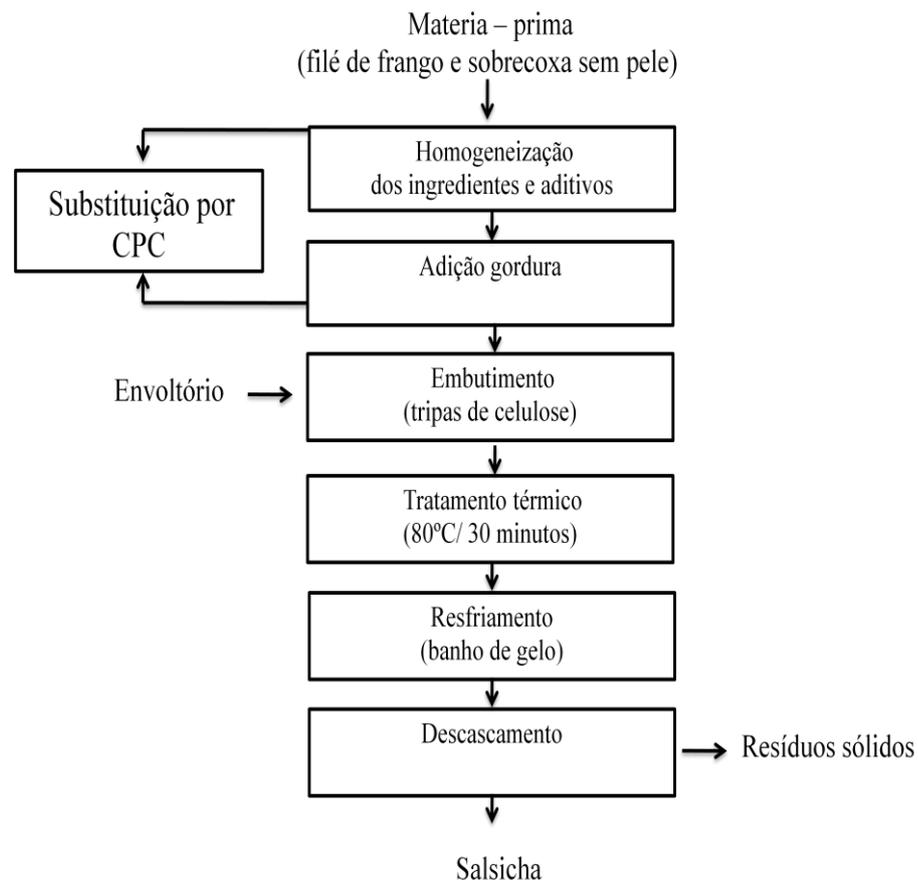
670 \*CFMS: Carne mecanicamente separada de frango.

671 As carnes, toucinho e concentrado proteico foram descongelados parcialmente,  
 672 em seguida as carnes foram cortadas em cubos, juntamente com a gordura. Para o  
 673 preparo da emulsão foram adicionados os seguintes ingredientes nessa ordem: Carnes  
 674 (filé, coxa de frango e CMS de frango), gordura (toucinho suino), concentrado proteico  
 675 (úmido) foram homogeneizados por 1 minuto dentro do cutter. Em seguida foram

676 misturados a essa massa os ingredientes secos seguindo a ordem: sal, água (gelo),  
677 corante, fosfato, glutamato, concentrado de soja, alho (desidratado), paprika, fumaça  
678 líquida, fécula de mandioca, açúcar e eritorbato.

679 A temperatura da massa formada foi aferida constantemente 15°C e o intervalo  
680 entre cada batida dos ingredientes para facilitar a homogeneização foi de  
681 aproximadamente 30 segundos. Posteriormente, as salsichas foram embutidas  
682 manualmente em tripas de celulose, com 24 mm de diâmetro, sendo amarradas em  
683 gomos de 10 cm e pesadas para o posterior cálculo do rendimento.

684 Em seguida foram penduradas e levadas ao forno elétrico FTE -150 (marca G-  
685 PANIZ) com temperatura inicial de 60°C e após 5 minutos elevou-se a 80°C, sendo  
686 mantidas a essa temperatura até que a temperatura interna da salsicha tivesse á 72°C, o  
687 que foi controlado com um termômetro. Posteriormente ocorreu o resfriamento do  
688 produto em gelo, até que seu interior atingisse 40°C e então houve o descascamento  
689 manual. Seguindo para serem embaladas em sacos plásticos e refrigeradas a 4°C, para  
690 posterior análise. O esquema do processo utilizado e demonstrado na Figura 3.



691

692

**Figura 3:** Fluxograma de elaboração da salsicha

693 **3.10 Composição química proximal das salsichas**

694 As formulações das salsichas e da salsicha comercial foram determinadas  
695 conforme AOAC (2000). Umidade em estufa a 105 °C (método 950.46), para proteína  
696 bruta pelo método micro-Kjeldahl (fator de conversão 6,25) (método 928.08), para  
697 lipídios totais em extrator de Soxhlet (método 960.39) e para matéria mineral com  
698 incineração em mufla a 550 °C (método 920.153).

699 **3.11 Análise de pH da Salsicha**

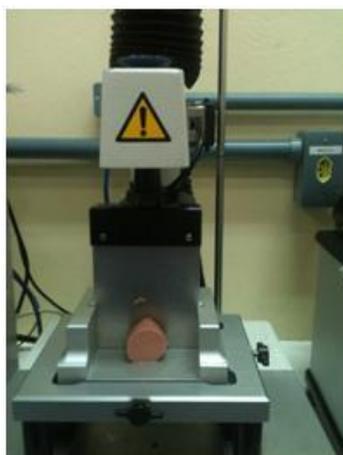
700 As determinações dos valores de pH foram realizadas nas formulações de  
701 salsicha e na salsicha comercial utilizando o pHmetro de bancada (QUIMIS Q400AS,  
702 São Paulo, Brasil). A medida foi realizada segundo a metodologia oficial (AOAC,  
703 1995)

704 **3.12 Análise de Firmeza**

705 Essa análise foi realizada com o auxílio de Texturômetro TA. XT 2 (Stable  
706 Micro Systems, InglaterraUK) conectado a um computador com o programa Texture  
707 Expert, segundo procedimento descrito por Ramos e Gomide (2007) para produtos  
708 embutidos, com algumas modificações. As amostras da salsicha foram cortadas em 2,4  
709 cm de diâmetro e 5,0 cm de altura. A velocidade de cisalhamento foi de 1,5mm/s.

710 O Texturômetro utilizado para a análise do corte da salsicha de diferentes  
711 formulações pode ser visualizado na Figura 4

712



713

714

**Figura 4:** Texturômetro TA. XT2

715 **3.13 Análise de Cor**

716 A cor foi determinada utilizando um colorímetro marca Minolta®, modelo  
717 CR400 (MINOLTA, 1993) Figura 5. O espaço analisado foi  $L^*a^*b^*$  (ou CIE  $L^*a^*b^*$ ),

718 definido pela CIE (Comissão Internacional de Iluminação) em 1976, avaliando os  
719 valores L\* (luminosidade) os valores das coordenadas de cromaticidade a\* e b\*



720

721 **Figura 5:** Colorimetro Chroma Meter CR- 400/410

### 722 **3.14 Análise de Atividade de água (A<sub>a</sub>)**

723 Para medida da atividade de água (A<sub>a</sub>) foi utilizado o equipamento LabTouch  
724 (marca Novasina) Figura 6. As amostras da salsicha foram trituradas em Blender  
725 ShakeUp BLD600 marca Cadence separadamente e colocada dentro de placas do  
726 próprio equipamento a temperatura de 25°C para realização da leitura.

727



728

729 **Figura 6:** Analisador de A<sub>a</sub> LabTouch

### 730 **3.15 Análise estatística**

731 Foi utilizada análise de variância (ANOVA) e as médias obtidas foram  
732 comparadas pelo teste de Tukey com 5% (p<0,5), ambos utilizando o software Statistica  
733 (versão 5.0. por Startsoft,inc., Tulsa, Estados Unidos) Todas as análises foram  
734 realizadas em triplicata.

735 **4- RESULTADOS**

736 **4.1 Composição química proximal**

737 O pH inicial da suspensão (subprodutos/água) foi determinado em 7,8. A Tabela  
738 3 apresenta os valores das médias e do desvio padrão dos subprodutos do camarão  
739 branco (*L vannamei*) para as análises de umidade, proteínas, lipídios, cinzas e  
740 carboidrato obtido por diferença.

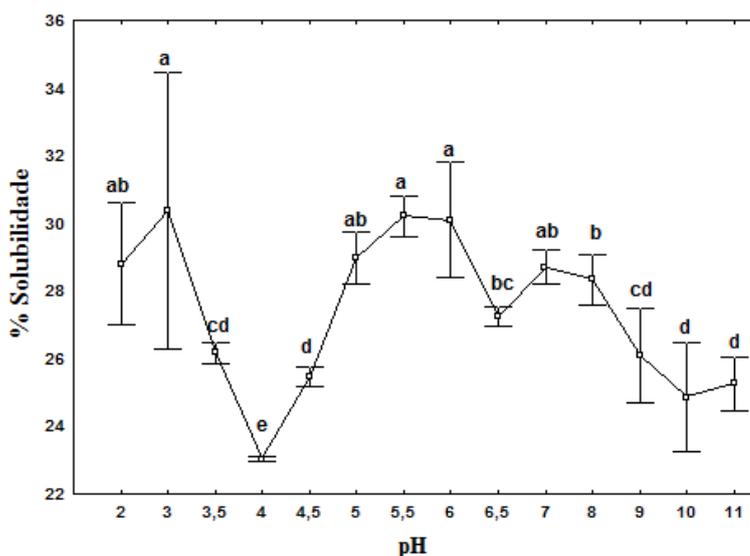
741 **Tabela 3:** Composição química proximal dos subprodutos do camarão branco  
742 (*Litopenaeus vannamei*).

Umidade	Proteínas	Lipídios	Cinzas	*Carboidratos
73,19 ± 0,27 <sup>a</sup>	15,66 ± 0,46 <sup>b</sup>	1,27 ± 0,12 <sup>b</sup>	4,81 ± 0,18 <sup>b</sup>	5,07
-----	58,45 ± 1,84 <sup>a</sup>	4,73 ± 0,43 <sup>a</sup>	17,90 ± 0,67 <sup>a</sup>	18,92

743 Houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) para todas as amostras analisadas. Letras  
744 minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ )  
745 Os valores estão expressos em g/100g b.u (base úmida) e b.s (base seca) \*Carboidrato  
746 calculado por diferença

747 **4.2 Curva de solubilidade proteica**

748 Para recuperar a proteína dos subprodutos foi necessário determinar o pH do  
749 ponto isoelétrico. O pH 4 foi o ponto que apresentou menor solubilidade da proteína  
750 sendo o ponto de precipitação da mesma com 23% de solubilização, indicando que  
751 houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste de Tukey, quando comparada aos  
752 demais resultados de pH. Conforme descrito na Figura 7.



753

754

**Figura 7:** Curva de solubilidade dos subprodutos

755 Na Tabela 4 apresenta os valores das médias e desvio padrão do concentrado do  
756 camarão branco (*L. vannamei*) para as análises de umidade, proteína, lipídio, cinza e  
757 carboidrato obtido por diferença.

758 **Tabela 4:** Composição química proximal do concentrado proteico do camarão branco  
759 (*L. vannamei*).

760

Umidade	Proteínas	Lipídios	Cinzas
76,71 ± 0,28 <sup>a</sup>	17,14 ± 0,16 <sup>b</sup>	5,70 ± 0,64 <sup>b</sup>	0,45 ± 0,03 <sup>b</sup>
-----	73,60 ± 0,66 <sup>a</sup>	24,60 ± 2,93 <sup>a</sup>	1,80 ± 0,23 <sup>a</sup>

761 Houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) para todas as amostras analisadas. Letras  
762 minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).  
763 Os valores estão expressos em g/100g b.u (base úmida) e b.s (base seca)

#### 764 **4.3 Rendimento do processo para obtenção do concentrado proteico (CPC)**

765 A massa inicial da matéria-prima empregada no processo foi de 600g em média.  
766 A média de rendimento da massa do CPC foi de 7,1 %. O rendimento proteico do  
767 concentrado do camarão foi de 9,8 % (b.s) e 47,8 % (b.u) O produto pode ser observado  
768 na Figura 8.

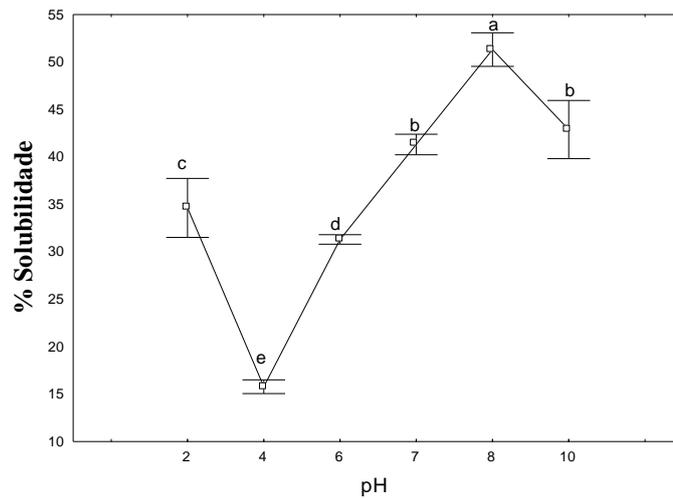


769

770 **Figura 8:** Concentrado proteico de camarão

#### 771 **4.4 Propriedades funcionais do concentrado**

772 O acompanhamento da solubilidade do concentrado proteico em meio ácido e  
773 alcalino pode ser observado na Figura 9. Em pH 2 (ácido) obteve-se 34,6% de  
774 solubilidade e 51,3 % em pH 8 (alcalino). O ponto isoelétrico da proteína foi em pH 4.  
775 Houve diferença estatística entre os pontos de máxima e mínima solubilidade.



776

777

**Figura 9:** Curva de solubilidade do concentrado

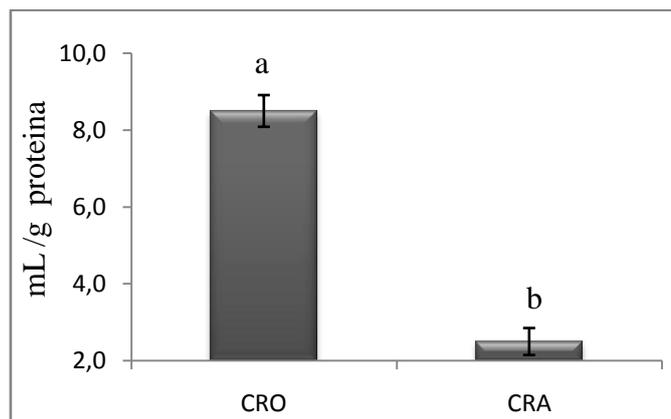
778

779

780

781

Os resultados apresentados na Figura 10 demonstram que houve maior capacidade de retenção de óleo do concentrado proteico (8,5 ml/g proteína) em relação a capacidade de retenção de água (2,5 ml/g proteína). Houve diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ) para as amostras analisadas.



782

783

784

785

786

**Figura 10:** Capacidade de retenção de óleo (CRO) expressa em mL óleo/g proteína e capacidade de retenção de água (CRA) expressa em mL água/g proteína do concentrado proteico. Letras diferentes representam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

787

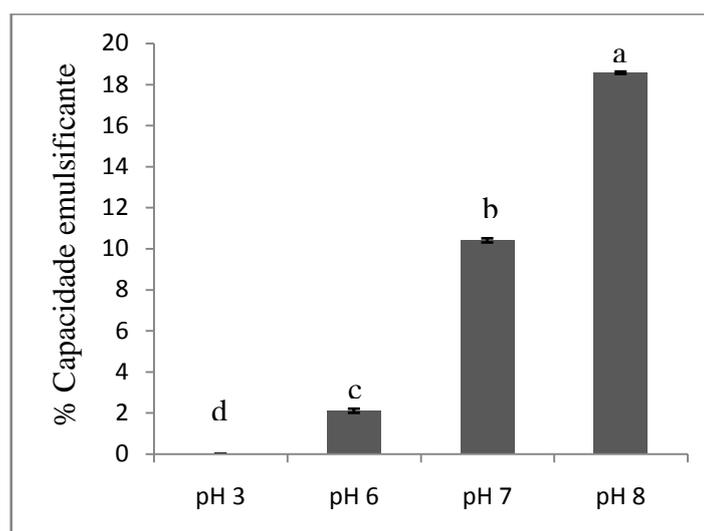
788

789

790

791

Analisando a capacidade emulsificante, os resultados obtidos apresentaram diferença estatística ( $p \leq 0,05$ ) em todas as faixas de pH analisados (ver Figura 11). Em pH 3 não apresentou capacidade emulsificante, somente em pH 6, 7 e 8 sendo os valores de 2%, 10,5% e 18,5%, respectivamente.



792

793 **Figura 11:** Capacidade emulsificante (CE) apresentada pelo concentrado, expressa  
 794 em (%) nos diferentes pH (3,6,7 e 8). Letras diferentes representam diferença  
 795 significativa ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

#### 796 **4.5 Perfil aminoacídico dos subprodutos e concentrado proteico**

797 Os resultados obtidos demonstraram que houve a presença de dezesseis  
 798 aminoácidos nas diferentes amostras (subprodutos e concentrado), conforme Tabela 5,  
 799 estando presentes seis aminoácidos essenciais nas duas amostras analisadas. Foi  
 800 comprovado, para efeitos de comparação que três deles não foram diferentes  
 801 estatisticamente (valina, tirosina e fenilalanina). A metionina neste estudo apresentou-se  
 802 menor que o limite de quantificação do equipamento no subproduto e não foi detectado  
 803 no concentrado. Os aminoácidos essenciais treonina e leucina apresentaram-se em  
 804 maior quantidade nos subprodutos do camarão e no concentrado foi encontrado treonina  
 805 em maior quantidade. Os aminoácidos encontrados foram classificados como 12,1%  
 806 polar ácido; 25% polar neutro; 18,7% polar básico e 43,7% apolar.

807 **Tabela 5:** Perfil aminoacídico dos subprodutos e concentrado proteico de camarão  
 808 (CPC), expresso em mg de aminoácido/g de proteína.

809

810

811

812

813

<b>Aminoácidos</b>	<b>Classificação</b>	<b>Subprodutos</b>	<b>Concentrado</b>
Ácido Aspártico - Asp	polar ácido	389,26 ± 37,69 <sup>a</sup>	59,79 ± 10,06 <sup>b</sup>
Ácido Glutâmico - Glu	polar ácido	20,07 ± 4,2 <sup>a</sup>	2,32 ± 0,22 <sup>b</sup>
*Treonina - Thr	polar neutro	55,54 ± 8,24 <sup>a</sup>	24,93 ± 2,70 <sup>b</sup>
Serina - Ser	polar neutro	2,98 ± 0,47 <sup>a</sup>	0,06 ± 0,01 <sup>b</sup>
Prolina - Pro	polar neutro	8,16 ± 0,41 <sup>a</sup>	2,42 ± 0,61 <sup>b</sup>
Tirosina - Tyr	polar neutro	7,06 ± 1,47 <sup>a</sup>	4,29 ± 0,60 <sup>b</sup>
Glicina - Gly	apolar	40,43 ± 1,53 <sup>a</sup>	10,86 ± 0,66 <sup>b</sup>
Alanina - Ala	apolar	57,61 ± 2,37 <sup>a</sup>	28,95 ± 1,76 <sup>b</sup>
Cisteína - Cys2	apolar	15,03 ± 2,82 <sup>a</sup>	9,40 ± 1,24 <sup>b</sup>
*Valina - Val	apolar	1,25 ± 0,24 <sup>a</sup>	1,08 ± 0,15 <sup>a</sup>
*Metionina - Met	apolar	< LOQ	nd
*Isoleucina - Ile	apolar	22,08 ± 3,02 <sup>a</sup>	10,70 ± 0,79 <sup>b</sup>
*Leucina - Leu	apolar	26,96 ± 1,63 <sup>a</sup>	15,53 ± 1,15 <sup>b</sup>
*Fenilalanina - Phe	apolar	11,41 ± 2,49 <sup>a</sup>	10,87 ± 0,78 <sup>a</sup>
Histidina - His	polar básico	7,97 ± 1,79 <sup>b</sup>	24,29 ± 2,84 <sup>a</sup>
*Lisina - Lys	polar básico	8,29 ± 0,52 <sup>a</sup>	6,54 ± 0,62 <sup>b</sup>
Arginina - Arg	polar básico	6,48 ± 0,93 <sup>a</sup>	4,13 ± 0,35 <sup>b</sup>

814 Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si, pelo teste de Tukey  
815 ( $p \leq 0,05$ ). \*Aminoácidos essenciais; < LOQ - menor que o limite de quantificação; nd:  
816 não detectado.

#### 817 **4.6 Composição proximal química**

818 Os resultados observados na Tabela 6 para umidade demonstram que houve  
819 diferença significativa nas quatro amostras analisadas ( $P \leq 0,05$ ). Os valores de proteína  
820 das diferentes formulações controle, F1 e F2 não apresentaram diferença estatística ( $P \leq$   
821  $0,05$ ). Porém quando comparou-se a formulação F1 e comercial, verificou-se diferença  
822 significativa ( $P \leq 0,05$ )

823 Na análise de lipídios houve diferença nas amostras controle e F1. Os resultados  
824 de cinza mostraram diferença para as amostras F1 e F2. O valor de pH para salsicha

825 controle foi de 6,76 a formulação F1 apresentou 6,78 porém F2 apresentou valor de 6,81  
826 e para salsicha comercial 6,89.

827 **Tabela 6:** Composição química proximal da salsicha em b.u (base úmida) expressa em  
828 g/100g de amostra

Salsicha	Umidade	Proteína	Lipídios	Cinzas	*Carboidratos
Controle	59,70±0,01 <sup>c</sup>	14,78±1,48 <sup>ab</sup>	15,25±0,12 <sup>a</sup>	4,02±0,03 <sup>ab</sup>	6,25
F1	58,71±0,11 <sup>d</sup>	15,25±0,12 <sup>a</sup>	14,74±0,09 <sup>b</sup>	4,18±0,04 <sup>a</sup>	7,12
F2	61,29±0,24 <sup>b</sup>	14,24±0,16 <sup>ab</sup>	15,01±0,12 <sup>ab</sup>	3,91±0,03 <sup>b</sup>	5,55
Comercial	63,62±0,07 <sup>a</sup>	13,70±0,29 <sup>b</sup>	15,03±0,02 <sup>ab</sup>	3,97±0,16 <sup>ab</sup>	3,68

829 Salsicha controle (6 % gordura); F1: 4 % de gordura (toucinho) + 2 % de concentrado  
830 proteico de camarão (CPC); F2: 5 % de gordura (toucinho) + 1 % de CPC.  
831 \*Carboidratos calculados por diferença. Letras diferentes na mesma coluna diferem  
832 entre si a ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

833 Os resultados da proteína obtidos Tabela 7 demonstram que não houve diferença  
834 significativa nas quatro amostras analisadas ( $P \leq 0,05$ ). A salsicha F1 apresentou menor  
835 valor de lipídios, diferindo-se estatisticamente das salsichas controle, F2 e comercial.  
836 Para cinzas os valores observados demonstram menores valores nas formulações  
837 controle e F2, porém não foram diferentes estatisticamente ( $P \leq 0,05$ ).

838 **Tabela 7:** Composição química proximal das salsichas b.s (base seca) expressa em  
839 g/100g de amostra

Salsicha	Proteína	Lipídios	Cinzas	*Carboidratos
Controle	36,69±3,66 <sup>a</sup>	37,84±0,30 <sup>b</sup>	9,97±0,08 <sup>b</sup>	15,50
F1	36,94±0,30 <sup>a</sup>	35,70±0,23 <sup>c</sup>	11,49±0,10 <sup>a</sup>	15,90
F2	36,79±0,40 <sup>a</sup>	38,78±0,32 <sup>b</sup>	10,11±0,07 <sup>b</sup>	14,30
Comercial	37,65±0,81 <sup>a</sup>	41,33±0,06 <sup>a</sup>	10,92±0,44 <sup>a</sup>	10,10

840 Salsicha controle (6 % gordura); F1: 4 % de gordura (toucinho) +2 % de concentrado  
841 proteico de camarão (CPC); F2: 5 % de gordura (toucinho) +1 % de CPC.  
842 \*Carboidratos calculados por diferença. Letras diferentes na mesma coluna diferem  
843 entre si a ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

#### 844 4.7 Análise de firmeza

845 As médias e desvio padrão apresentada pela firmeza estão descritos na Tabela 8,  
846 para as diferentes amostras de salsicha. A firmeza nas formulações F1 foi de 0,34kg; F2  
847 de 0,43kg essas duas formulações não apresentaram diferença estatística quando

848 comparadas com a salsicha comercial. Verificou-se diferença estatística apenas com a  
849 salsicha controle.

850 **Tabela 8:** Valor de firmeza das salsichas controle; F1; F2 e comercial

Salsicha	Firmeza (Kg)
Controle	1,05 ± 0,12 <sup>a</sup>
F1	0,34 ± 0,08 <sup>b</sup>
F2	0,43 ± 0,05 <sup>b</sup>
Comercial	0,39 ± 0,39 <sup>b</sup>

857 Salsicha controle (6 % gordura); F1: 4 % de gordura (toucinho suino) 2 % de  
858 concentrado proteico de camarão (CPC); F2: 5 % de gordura (toucinho suino) 1 % de  
859 CPC. Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si, pelo teste de  
860 Tukey ( $p \leq 0,05$ )

861

#### 862 4.8 Cor das salsichas

863 A cor das diferentes salsichas estudadas neste estudo pode ser visualizada na  
864 Figura 12.



865

866 **Figura 12:** Cor da salsicha controle (6 % gordura); F1: 4 % de gordura (toucinho suino)  
867 2 % de concentrado proteico de camarão (CPC); F2: 5 % de gordura (toucinho suino) 1  
868 % de CPC

869 As médias e desvio padrão da análise de cor podem ser visualizados na Tabela 9,  
870 demonstrando que o valor de L\* (luminosidade) foi maior na salsicha da formulação  
871 controle, diferindo estatisticamente das amostras F1, F2 e comercial ( $p \leq 0,05$ ). As  
872 formulações F1 e F2 diferiram entre si. A respeito dos valores de a\* todas as amostras  
873 diferiram entre si. Para os valores de b\* somente as amostras F1 e F2 foram diferentes  
874 entre si estatisticamente.

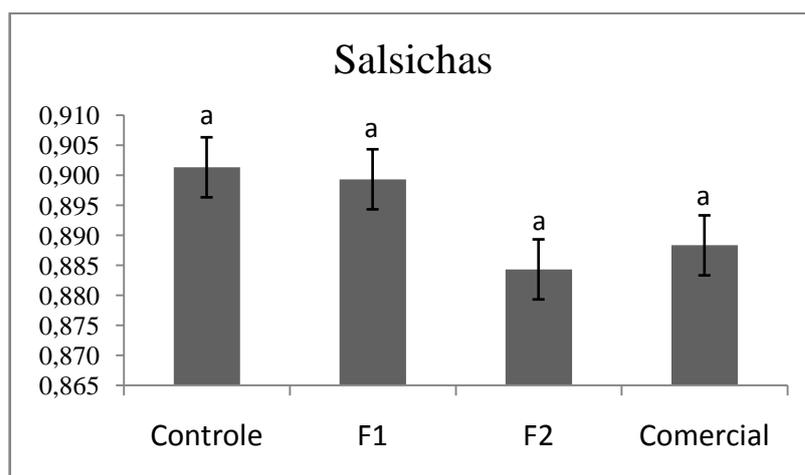
875 **Tabela 9:** Análise de cor das salsichas com diferentes substituições de gordura  
 876 (toucinho)

Salsichas (%)	L*	a*	b*
Controle	63,22 ± 0,79 <sup>a</sup>	17,69 ± 0,13 <sup>c</sup>	12,79 ± 0,19 <sup>b</sup>
F1	59,14 ± 0,69 <sup>b</sup>	19,12 ± 0,42 <sup>b</sup>	14,51 ± 0,10 <sup>a</sup>
F2	54,46 ± 0,22 <sup>c</sup>	15,49 ± 0,42 <sup>d</sup>	9,72 ± 0,19 <sup>c</sup>
Comercial	60,03 ± 0,37 <sup>b</sup>	20,96 ± 0,23 <sup>a</sup>	12,90 ± 0,37 <sup>b</sup>

877 Salsicha controle (6 % gordura); F1 salsicha com 4 % de gordura (toucinho) 2 % de  
 878 concentrado proteico de camarão; F2: 5 % de gordura (toucinho) 1 % de concentrado.  
 879 Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si a ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

#### 880 4.9 Análise da atividade de água das salsichas (Aa)

881 Os resultados da análise de Aa das salsichas demonstraram que não houve  
 882 diferença estatística entre as amostras analisadas. Para a salsicha padrão o valor da  
 883 média foi de 0,901; F1 apresentou 0,899; F2 obteve 0,884; e na salsicha comercial o  
 884 valor foi de 0,888. Conforme descrito na Figura 13.



885

886 **Figura 13:** Atividade de água na salsicha controle (6 % gordura); F1: 4 % de gordura  
 887 (toucinho suino) 2 % de concentrado proteico de camarão (CPC); F2: 5 % de gordura  
 888 (toucinho) 1 % de CPC. Letras diferentes diferem entre si ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste de Tukey

889

890

891

892

893

## 5 –DISCUSSÃO

894  
895

896 A legislação para pescado fresco no Brasil, estabelece que os valores de pH da  
897 região externa da carne seja inferior a 6,8 e da região interna, seja inferior a 6,5  
898 (BRASIL,1997). Entretanto, no Brasil não existe uma legislação específica para valores  
899 de pH de subprodutos de camarão. O pH do camarão *in natura* está na faixa de 7,0 e  
900 8,5, o qual é característico para crustáceos, tal fato se deve a capacidade osmótica e de  
901 regulação interna da quantidade de sais absorvida pelo organismo dos crustáceos por  
902 liberar amônia (Lira et.al 2013).

903 Segundo López et.al. (2013) o pH do músculo do camarão (*L. vannamei*)  
904 cultivado em sistema fechado foi 7,16, a mesma faixa citada por Lira et.al (2013). Os  
905 estudos realizados com subprodutos de camarão (*L. vannamei*) são recentes e  
906 demonstraram que o pH inicial estava de acordo com o estudo de Khumallambam  
907 et.al.(2011), que verificou o pH entre 7,8 e 8,0 para o camarão *Penaeus monodon*. Jiang  
908 et.al (2015) em seus estudos encontraram valor de pH para os subprodutos do crustáceo  
909 krill (*Euphausia superba*) de 8,56; para o camarão de água doce (*Macrobrachium*  
910 *nipponense*) 8,96 e para o camarão marinho (*Metapenaeus ensis*) o valor de 8,56. Todos  
911 os valores de pH estão acima dos encontrados neste estudo.

912 O camarão é considerado um alimento que possui elevado teor proteico.  
913 Segundo Zhao et.al (2011) os principais componentes desse crustáceo *in natura* são  
914 proteína (35-50%), quitina (15-25% ), minerais (10-15%) e astaxantina. Novos estudos  
915 de diferentes espécies de camarão estão sendo realizados para aproveitar a proteína dos  
916 subprodutos desse crustáceo (Córdova-Murueta et.al 2013).

917 A quantidade de proteína encontrada no presente estudo nos subprodutos de  
918 camarão (*L.vannamei*) descrita na Tabela 3 foi superior ao valor encontrado no estudo  
919 de Córdova-Murueta et al. (2013) para a mesma espécie que apresentou 29,3 % ambos  
920 em base seca. Ainda no mesmo estudo os valores de lipídios foram de 14,9% e cinza  
921 14,5%. Valor menor de lipídios nos subprodutos foi encontrado nesse estudo, a análise  
922 de cinza dos subprodutos na atual pesquisa estava acima da encontrada na literatura  
923 citada.

924 A proteína encontrada neste estudo foi semelhante com a encontrada na pesquisa  
925 de Gonçalves et.al (2009), que utilizou subprodutos (cabeça) do camarão-rosa *Farfante*  
926 *penaeus subtilis* e obteve 15,84% de proteína em base úmida.No estudo de (Chen et.al,

927 2007) foram reportados valores para o músculo de krill de 76,54% de proteína 12,12 %  
928 de lipídio e 17,36% de cinza, todos expressos em base seca. Os valores de proteína e  
929 lipídio neste trabalho foram bem menores em base seca, porém relevantes por se tratar  
930 de um subproduto que geralmente é descartado

931 A proteína em base seca desse estudo foi superior à encontrada em duas  
932 diferentes espécies de camarões no estudo de Karuppasamy et. al (2013) para as  
933 espécies *Penaeus monodon* (11,41%); e *Fenneropenaeus indicus* (7.49 %).

934 No estudo de Zotti et al. (2016) para músculo dos crustáceos *Callinectes*  
935 *sapidus*; *Eriphia verrucosa*; *Cancer pagurus* os valores de proteína em base úmida  
936 15,13%; 18,13% e 17,02% respectivamente, foram bem próximos a do presente estudo  
937 para subprodutos. Comparações como esta, acentuam o interesse dos pesquisadores em  
938 aproveitar essa materia- prima para transformação em outros produtos, agregando valor  
939 aos mesmos.

940 Valores na composição proximal de diferentes espécies de crustáceos podem  
941 sofrer alterações, isto depende de fatores como o cultivo desse organismo, se é  
942 proveniente da atividade da pesca ou da aquicultura, pois a alimentação em ambos são  
943 diferenciados. Camarões cultivados em sistemas fechados dependem de ração de boa  
944 qualidade (Cruz-Suarez et.al, 1993). De acordo com Sambhu e Jayaprakash (1994), o  
945 nível de proteína em *Penaeus indicus* variou de 44,62 para 80,87%. O alto teor de  
946 proteína nos grupos de menor tamanho de camarões pode ser atribuído ao aumento da  
947 síntese proteica durante a fase de crescimento ativo.

948 Nesta pesquisa houve um aumento da proteína do concentrado em relação à  
949 proteína dos subprodutos do camarão. Isto indica que o método de recuperação por  
950 variação de pH da proteína foi eficiente. O valor da proteína do concentrado proteico  
951 neste estudo foi mais elevado do que os encontrado no trabalho de Brasileiro et.al  
952 (2012) que relata que o teor do concentrado proteico dos subprodutos do camarão (*L*  
953 *vannamei*) foi de 54,41 % (b.s).

954 Segundo Pessatti (2000) a concentração de proteína deve ser em média quatro  
955 vezes o valor de conteúdo de proteína original da matéria-prima. Os métodos de  
956 secagem na produção de concentrado proteico de nove espécies de pescados estudado  
957 por Córdova-Murueta et. al (2007) apresentaram um teor proteico que variou de 57% e  
958 77% (b.s)

959 Em estudo de Fontana et al (2009) que obteve concentrado proteico de corvina  
960 pelo método de variação de pH, o teor proteico encontrado foi de 17,8% (b.u) no  
961 processo de solubilização alcalino e 15,0% para a solubilização ácida.

962 Segundo Córdova-Murueta et al.(2013), quando analisaram os subprodutos do  
963 camarão (*L. vannamei*) encontraram valores de lipídios de 14.9 % (b.s). Este estudo  
964 apresentou valores inferiores (ver na Tabela 3) Estudos realizados com diferentes  
965 espécies de pescado vêm sendo reportados na literatura científica para elaboração de  
966 salsichas, como a tilápia *Oreochromis niloticus* (Oliveira Filho et al., 2010) a carpa  
967 prata *Hypophthalmichthys molitrix* (Hu et al., 2008) e subprodutos da piramutaba  
968 *Brachyplatystoma vaillantii* (Lourenço et.al. 2014). Entretanto não foi encontrado  
969 estudos realizados para a obtenção do concentrado proteico oriundo de subprodutos do  
970 camarão *L. vannamei* para elaboração de salsichas e outros produtos cárneos.

971 O comportamento do ponto isoelétrico em pH nas faixas de 4,0 a 4,6 para  
972 crustáceos parece ser similar, como vem sendo relatado nas literaturas científica. Os  
973 resultados desde estudo corroboraram com a pesquisa de Córdova-Murueta et.al (2013)  
974 fixando o ponto isoelétrico da proteína em pH 4 para subprodutos do camarão  
975 (*L.vannamei*).

976 Em estudo de Wang (2015), utilizando o processo de solubilização alcalina e  
977 precipitação ácida para os subprodutos de krill (*Euphausia superba*), o ponto de  
978 precipitação da proteína foi de pH 4,6. O mesmo autor em outro estudo com esse  
979 crustáceo constatou um ponto de precipitação semelhante (Wang, 2011). O ponto de  
980 precipitação para músculo de krill em estudo de Chen et.al (2009) ficou na faixa de 5,5.

981 O presente estudo aponta para maior rendimento do concentrado proteico do  
982 camarão (*L.vannamei*) em base úmida (Figura 8), quando comparado ao estudo de  
983 Wang (2015) que utilizou subprodutos de krill e obteve 28,66% de rendimento de um  
984 produto que o autor denomina de isolado proteico.

985 Em estudos de Chen et al (2007) para subprodutos da truta arco-íris (*Oncorhynchus*  
986 *mykiss*) o rendimento obtido na recuperação de proteína em base seca teve variação de  
987 77,7 a 89,0%. Os valores em base seca foram menores neste trabalho. Possivelmente  
988 por ter menos músculo aderido na cabeça dos camarões que sofreu separação por  
989 processo manual. Segundo Costa et al (2007) no processamento do camarão (*Farfante*  
990 *penaeus paulensis*) nas indústrias há uma quantidade significativa de músculo residual  
991 que fica aderido na cabeça (cefalotórax) do animal, isso porque o equipamento

992 industrial que faz a separação do músculo e cabeça não é tão eficiente resultando em  
993 perdas que podem ultrapassar 10% do músculo.

994 A solubilidade é uma das mais importantes propriedades das proteínas e tem  
995 variação considerável em função do pH e da força iônica. Neste estudo, conforme a  
996 (Figura 9) a solubilidade do concentrado foi maior em pH extremos (ácido e alcalino) o  
997 que pode ser justificado porque ocorre maior interação das moléculas da proteína com  
998 as da água. No ponto de precipitação ocorre maior interação entre proteína-proteína  
999 resultando em menor solubilidade (Sgarbieri, 1996).

1000 No estudo de Qi et.al (2015) utilizando músculo do Krill, o ponto de  
1001 precipitação em pH 4,5. Assim as maiores solubilizações alcançadas foram em pH 1,5 e  
1002 13,5 respectivamente. Quando o valor de pH é inferior a 1,5 ou superior a 13,5 a  
1003 solubilidade da proteína da espécie diminui. Além disso, a solubilidade em pH alcalino  
1004 é muito maior do que em pH ácido. O que também é observado nesse estudo.

1005 Em estudo de Fontana et.al (2009) utilizando subprodutos de Corvina  
1006 (*Micropogonias furnieri*) para elaboração de concentrado proteico, a proteína precipitou  
1007 no pH 5. As maiores solubilidades foram obtidas nos pH 3 (32,5%) e pH 11(97,5%).  
1008 Para o isolado proteico dos subprodutos de anchoita (*Engraulis anchoita*) formulado no  
1009 estudo de Freitas et al (2011) o pH 5 também foi o de menor solubilidade, e os maiores  
1010 pH foram encontrados nos extremos (3 e 11). Estes autores afirmam que a alta  
1011 solubilidade encontrada do isolado proteico pode ser aplicada em alimentos formulados,  
1012 conferindo aos mesmos uma aparência atraente e sensação suave no produto.

1013 As proteínas possuem caráter hidrofílico e hidrofóbico, com isso podem interagir  
1014 com água e óleo na formulação dos alimentos. Esta propriedade funcional é importante  
1015 na indústria alimentícia (Butt e Batool, 2010). A capacidade de retenção de óleo (CRO)  
1016 no presente estudo foi maior que a encontrada em trabalho de Freitas et al (2011) que  
1017 obteve o valor de 7.27 mL óleo/g proteína para o isolado de anchoita.

1018 Em estudo de Lone et.al (2015) que obteve um isolado proteico de truta arco-íris  
1019 (*Oncorhynchus mykiss*) os valores foram mais baixos, pois a CRO foi de 1,43 mL  
1020 óleo/g proteína. Os resultados de CRO no estudo de Foh et.al (2011) foram 2,43 mL  
1021 óleo/g proteína para concentrado de músculo de tilápia (*Oreochromis niloticus*). Os  
1022 mesmos autores relatam uma capacidade de retenção de água de 2,47 mL água/g  
1023 proteína, valores bem próximos ao desse estudo para o concentrado proteico de camarão  
1024 branco (*L.vannamei*).

1025 A capacidade emulsificante do concentrado neste trabalho foi aumentando a  
1026 medida que se distanciava do pH do ponto de precipitação, pode-se dizer que isto é  
1027 esperado, porque as cargas líquidas e a solubilidade apresentam-se reduzidas próximo a  
1028 este pH (Freitas et.al 2016).

1029 O metabolismo dos seres humanos não pode sintetizar certos aminoácidos e eles  
1030 devem ser obtidos através da ingestão dos alimentos, pois são nutrientes dietéticos  
1031 indispensáveis para o bom funcionamento do corpo (Dayal et al, 2013). Segundo a FAO  
1032 (2009), a quantidade de aminoácidos essenciais requeridos para os adultos são:  
1033 isoleucina (13 mg/g proteína), leucina (19 mg/g proteína), lisina (16 mg/g proteína),  
1034 metionina + cisteína (17 mg/g proteína), fenilalanina (19 mg/g proteína), treonina (9  
1035 mg/g proteína), triptofano (5 mg/g proteína) e valina (13 mg/g proteína). Os camarões de  
1036 diferentes espécies são fontes de aminoácidos essenciais, mas no presente estudo foram  
1037 encontrados sete aminoácidos essenciais. A mesma quantidade de aminoácidos foram  
1038 encontrados no estudo de Jiang et al (2014) para músculo e subprodutos de krill  
1039 (*Euphausia superba*), camarão de água doce (*Macrobrachium nipponense*) e camarão  
1040 Marinho (*Metapenaeus ensis*). As proteínas dos crustáceos oriundas de subprodutos  
1041 podem substituir outras proteínas como as de origem vegetal, em muitas aplicações, tais  
1042 como suplementos nutricionais e para reestruturação (Wang et.al 2015)

1043 Foram encontrados nos subprodutos do presente estudo valores acima dos  
1044 recomendados pela FAO (2009) dos aminoácidos essenciais treonina, e leucina. No  
1045 concentrado o aminoácido essencial treonina foi mais alto, quando comparado com o  
1046 estudo de Córdova-Murueta et al (2013). Este resultado permite dizer que este  
1047 concentrado proteico pode ser acrescentado em produtos para enriquecer  
1048 nutricionalmente os mesmos com esses aminoácidos essenciais.

1049 Neste estudo não foi detectado o aminoácido essencial metionina no  
1050 concentrado. O mesmo foi relatado por Zhao et.al, (2011) em seu estudo, quando  
1051 utilizou hidrolisados dos subprodutos do camarão.

1052 Houve perdas dos aminoácidos no processo de obtenção do concentrado  
1053 proteico. Alguns aminoácidos foram perdidos em maior ou menor grau, isto pode ser  
1054 explicado pelo comportamento em relação à solubilidade, pois dependendo da posição  
1055 que o aminoácido se encontra na formação da proteína, estes podem apresentar maior  
1056 ou menor solubilidade. Possivelmente isso tenha sido causado pelo método utilizado,  
1057 que causou uma degradação dos aminoácidos presentes. Alguns aminoácidos perderam

1058 seu grupo amino (-NH<sub>2</sub>) por processo de desaminação ou houve perda da carboxila (-  
1059 COOH) pelo processo de descarboxilação (Lehninger,1995).

1060 Na Tabela 5 está descrita a diferença estatística entre os aminoácidos dos  
1061 subprodutos e concentrado. Percebe-se que os aminoácidos apolares  
1062 (Ile,Leu,Phe,Pro,Val) não foram totalmente solubilizados no processo para obtenção do  
1063 concentrado, isto era esperado, visto que, a hidrofobicidade desses aminoácidos faz com  
1064 que seja mínimo o contato dos mesmos com a água (Araújo,2011).

1065 A composição química proximal das salsichas (Tabela 6) neste estudo está de  
1066 acordo com a Legislação vigente para este produto, que determina valores máximos de  
1067 65% de umidade, 30% de gordura e no mínimo 12% de proteína (BRASIL, 2000).

1068 Os resultados para proteína nas diferentes formulações da salsicha (Tabela 7)  
1069 demonstram que não houve diferença estatística entre elas. Houve diferença  
1070 significativa na quantidade de lipídios nas formulações controle, F1 e comercial. A  
1071 amostra F1 foi a que apresentou menor teor de lipídios. Para cinza a amostra F1  
1072 apresentou diferença estatística em comparação a formulação controle e F2.

1073 Os valores de pH das três formulações no presente estudo estavam abaixo do pH  
1074 da salsicha comercial. Segundo Hughes et al. (1997), o valor do pH afeta a emulsão isto  
1075 porque seu efeito nas proteínas miofibrilares atinge sua capacidade máxima de emulsão  
1076 a pH próximo ao neutro.Quanto maior for a quantidade de proteína solubilizada melhor  
1077 seria a emulsão, isto porque as proteínas miofibrilares (miosina) por possuir caráter  
1078 polar atuam como elo de ligação entre a água e a gordura (Ordóñez, 2005)

1079 Em análise de textura pode-se verificar que a substituição de gordura por  
1080 concentrado nas formulações F1 e F2 foi positiva, pois os valores encontrados foram  
1081 semelhantes estatisticamente com a textura da salsicha comercial. Isto pode ser visto  
1082 como um produto promissor, visto que, é crescente a procura dos consumidores por  
1083 produtos que tenham baixo teor de gordura (Yang et.al, 2016). A formulação de salsicha  
1084 controle apresentou uma maior firmeza, diferindo estatisticamente das demais  
1085 formulações sendo superiores aos encontrados em estudo de Piotrowicz (2012) que  
1086 desenvolveu salsicha com até 80% de surimi de anchoita e obteve o valor de firmeza de  
1087 0,29 kg.

1088 Segundo a Instrução Normativa N° 4, de 31 de março de 2000 que regulamenta o  
1089 padrão de identidade da salsicha, a textura, bem como a cor da salsicha deve ser  
1090 característico do produto. Na análise de cor o valor mais elevado do \*L (luminosidade)

1091 na salsicha controle é explicado porque não houve a adição do concentrado proteico  
1092 nesta formulação, o que gerou uma salsicha de coloração mais clara (Figura 12). Os  
1093 valores maiores de \*L (70.17; 66.64 e 61.03), respectivamente, foram reportados em  
1094 estudo de Piotrowicz e Mellado (2015) que obtiveram salsichas com diferentes lavagens  
1095 de surimi de anchoita (*Engraulis anchoita*). No estudo de Cavalheiro et al (2014) que  
1096 substituiu diferentes concentrações de carne mecanicamente desossada do frango por  
1097 hidrolisado proteico na formulação de mortadela tipo salsicha os valores de \*L (56,98-  
1098 63,04) se apresentaram próximos ao do presente estudo.

1099 Os valores de \*a foram mais baixos nas formulações F2 e controle. Na  
1100 formulação F2 a salsicha ficou com menos intensidade de vermelho, quando comparada  
1101 com a formulação F1. A adição de 2% do concentrado proteico na formulação F1  
1102 provavelmente contribuiu para uma intensidade maior da cor vermelho. A salsicha  
1103 comercial foi a que apresentou maior valor neste estudo, apresentando maior  
1104 intensidade de cor vermelha. No presente estudo, os valores de \*a foram bem próximos,  
1105 aos encontrados por Murphy et al (2004) que utilizou a metodologia de superfície de  
1106 resposta (RSM) para análise simultânea dos efeitos de surimi adicionado (0-40%),  
1107 gordura (5-30%) e água (10-35%), sobre as características físicas de textura e sensoriais  
1108 das salsichas frescas de suíno.

1109 Os valores de \*b encontrados neste estudo foram mais alto na salsicha F1 e  
1110 menor valor na salsicha F2. Entretanto estão abaixo dos encontrados na pesquisa de  
1111 Sachindra e Mahendrakar (2010) que adicionaram carotenóides oriundos do subproduto  
1112 do camarão (*Fenneropenaeus indicus*) como corante na salsicha de pescado (*Nemipterus*  
1113 *japonicus*) e obtiveram valor de 16,3; 21,0 e 23,7 para os diferentes tratamentos.

1114 A atividade de água da salsicha neste estudo foi detectada abaixo da faixa ótima  
1115 de crescimento do microrganismo *Clostridium botulinum*, que é de 0,960. Segundo  
1116 Honikel (2008) os sais de cura (nitrito e nitrato de sódio) usados nas salsichas geram  
1117 substâncias inibidoras do crescimento de microrganismos, especialmente contra  
1118 *Clostridium botulinum*.

1119

1120

1121

1122

1123

1124  
1125  
1126  
1127  
1128  
1129  
1130  
1131  
1132  
1133  
1134  
1135  
1136  
1137  
1138  
1139  
1140  
1141  
1142  
1143  
1144  
1145  
1146  
1147  
1148  
1149  
1150  
1151  
1152  
1153  
1154  
1155  
1156  
1157

## 6- CONCLUSÃO

A composição química proximal dos subprodutos do camarão apresentou valor superior a 50% de proteína. Essa proteína quando aproveitada para formulação de novos produtos, como o concentrado proteico, acaba agregando valor aos mesmos. Este estudo comprovou que foi possível recuperar as proteínas presentes nos subprodutos do camarão branco pelo processo de variação de pH, onde o ponto isoelétrico para a precipitação da proteína foi fixado em pH 4.

Quando foi realizada a análise de composição química proximal do concentrado proteico de camarão verificou-se um maior valor de proteína e se obteve uma elevada solubilidade, considerada uma propriedade funcional interessante na formulação de alimentos processados.

Nutricionalmente, o concentrado proteico obtido apresentou seis aminoácidos essenciais, dos quais, treonina foi encontrado em maior valor.

A utilização do concentrado proteico de subprodutos do camarão, como substituto de gordura em pequenas quantidades foi satisfatório, pois se obteve uma salsicha com teor reduzido de gordura. Todas as salsichas apresentavam uma composição proximal dentro do permitido pela legislação brasileira.

Na formulação final a salsicha formulada com 4 % de gordura e 2 % de concentrado proteico de camarão apresentou menor quantidade de lipídios, mas teve características tecnológicas semelhantes à de uma salsicha comercial.

1158  
1159  
1160  
1161  
1162  
1163  
1164  
1165  
1166  
1167  
  
1168  
1169  
1170  
1171  
1172  
1173  
1174  
1175  
1176  
1177  
1178  
1179  
1180  
1181  
1182  
1183  
1184  
1185  
1186  
1187  
1188  
1189  
1190  
1191  
1192  
1193  
1194  
1195  
1196  
1197  
1198  
1199  
1200  
1201

## **SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

- Extrair a quitina presente nos subprodutos do camarão e transformá-la em quitosana por processo enzimático;
- Aproveitar os carotenóides presentes nos subprodutos do camarão branco para transformá-los em corantes alimentícios;
- Testar novas formulações alimentícias com inclusão de concentrado proteico de camarão;
- Produzir um concentrado proteico em escala maior para observar possíveis mudanças nas características tecnológicas.

1202 **7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1203 ABCC/MAPA (2013) Levantamento da infraestrutura produtiva e dos aspectos  
1204 tecnológicos, econômicos, sociais e ambientais da carcinicultura marinha no Brasil em  
1205 2011. Convênio ABCC/MPA N° 756578/2011 2011:82.

1206 Abdullah O, Ayse O, Mevlut A, Gozde G, Jelena M (2009) A comparative study  
1207 on proximate, mineral and fatty acid compositions of deep seawater rose shrimp  
1208 (*Parapenaeus longirostris*, Lucas, 1846) and red shrimp (*Plesionika martia*, A. Milne-  
1209 Edwards, 1883). *Journal of Animal Veterinarian Advantages*8(1):183-189.

1210 ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas - Resíduos sólidos -  
1211 Classificação, NBR. 1004. Acesso em: <http://analiticaqmc.paginas.ufsc.br> 2017

1212 Alemán A, González F, Arancibia MY, et al (2016) Comparative study between  
1213 film and coating packaging based on shrimp concentrate obtained from marine  
1214 industrial waste for fish sausage preservation. *Food Control* 70:325–332.

1215 ANVISA (2016) Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria SVS/MS  
1216 540, de 27/10/97. Aditivos alimentares Disponível em:  
1217 <http://www.portal.anvisa.gov.br/aditivos-alimentares-e-coadjuvantes>

1218 AOAC Association of Official Analytical Chemists International (2000) Official  
1219 Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 17 ed.,  
1220 Gaithersburg: AOAC.

1221 AOAC Association of Oficial Analytical Chemists (1995) Official methods of  
1222 analysis of the Association of Analytical Chemists. Arlington: A.O.A.C. method 954.02

1223 Araújo, JMA (2011) Química de alimentos teoria e prática. Viçosa. UFV.  
1224 Universidade Federal de Viçosa. 335p.

1225 Arancibia MY, López-Caballero ME, Gómez-Guillén MC, Montero P (2015)  
1226 Chitosan coatings enriched with active shrimp waste for shrimp preservation. *Food*  
1227 *Control* 54:259–266.

1228 Arnold SJ, Coman FE, Jackson CJ, Groves SA (2009) High-intensity, zero-  
1229 exchange production of juvenile tiger shrimp, *Penaeus monodon*: An evaluation of  
1230 artificial substrates and stocking density. *Aquaculture* 293,42-48.

1231 Associação Brasileira de Criadores de Camarão - ABCC (2016). Desempenho da  
1232 carcinicultura marinha. Disponível em: [http:// www.abccam.com.br](http://www.abccam.com.br)

1233

1234 Associação Brasileira de Proteína Animal - ABPA (2016) Produção de carne de  
1235 frango. Disponível em: [http:// www.abpa-br.com.br](http://www.abpa-br.com.br).

1236 Asghar A, Henrickson RL (1982) Chemical, biochemical, functional and  
1237 nutritional characteristics of collagen in food systems. *Additives and Food*  
1238 *Research* 28:231-372.

1239 Avnimelech, Y, (2007). Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal  
1240 discharge bio-flocs technology ponds. *Aquaculture* 264,140-147.

1241 BRASIL (1952) Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de  
1242 Origem Animal (RIISPOA). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. C.7,  
1243 seção 1. Brasília.

1244 BRASIL. (1997) Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Inspeção  
1245 de Produtos de Origem Animal. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de  
1246 Produtos de Origem Animal – RIISPOA. Aprovado pelo Decreto no 30.691, de  
1247 29/03/52, alterado pelo Decreto no 1255 de 25/ 06/62. Brasília, DF.

1248 BRASIL, (1998) Ministério da Saúde. Portaria nº 1002, de 11 de dezembro de  
1249 1998. Aprova a lista de produtos comercializados no país, enquadrando-os nas  
1250 subcategorias que fazem parte da categoria 8- Carnes e Produtos cárneos. Diário Oficial  
1251 da União, Brasília, 14 dez.1998, Seção 1, 28 p.

1252 BRASIL, (1999) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução  
1253 Normativa nº 20, de 21 de julho de 1999. Oficializa os métodos analíticos físico-  
1254 químicos para controle de produtos cárneos e seus ingredientes. Diário Oficial da  
1255 União, Brasília, 09 set. 1999. Seção I, p. 30.

1256 BRASIL. (2016) Atribuição de Função de Aditivos, Aditivos e seus Limites  
1257 Máximos de uso para a Categoria 8 - Carne e Produtos Cárneos. Portaria nº 1.004, de 11  
1258 de dezembro de 1998. Disponível em:  
1259 <[http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/1004\\_98.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/1004_98.htm)>. Acesso em: 13/12/2016.

1260 BRASIL (2000) Instrução Normativa nº 04, de 31 de março de 2000.  
1261 Regulamento técnicos de identidade e qualidade de carne mecanicamente separada para  
1262 mortadela, linguiça e salsicha. Diário Oficial da União, Brasília, 05 de abril 2000, Seção  
1263 1, 6-10 p.

1264 Brasileiro OL (2012) Avaliação funcional e nutricional do concentrado protéico  
1265 e da farinha liofilizada obtidos de resíduo de camarão (*Litopenaeus vannamei*). *Revista*  
1266 *Ciência e Agrotecnologia*. vol.36, n.2, pp.189-194.

1267 Beraquet, JN (1990) Como aproveitar toda a carne de frango. *Avicultura,*  
1268 *Suinocultura e Industrialização de Carnes*, São Paulo, n. 966, 34-40 p.

1269 Candido LMB, Nogueira AK, Sgarbieri VC (1998) Propriedades funcionais de  
1270 concentrados proteicos de pescado preparados por vários métodos. *Brazilian Journal of*  
1271 *Food Technology*, Vol. 1, No. 1-2, pp. 77-89.

1272 Cavalheiro CP, Lüdtk FL, Stefanello FS, Kubota EH, Terra NN, Fries LLM  
1273 (2014) Replacement of mechanically deboned chicken meat with its protein hydrolysate  
1274 in mortadella-type sausages. *Food Science and Technology* 34(3): 478-484,

1275 Centenaro GS (2007) Efeito do grau de hidrólise nas propriedades funcionais de  
1276 hidrolisados protéicos de corvina (*Micropogonias furnieri*). Dissertação (Mestrado em  
1277 Engenharia e Ciência de Alimentos) – Escola de Química e Alimentos, Universidade  
1278 Federal do Rio Grande, Rio Grande.

1279 Chen YC, Tou JC, Jaczynski J (2009) Amino acid and mineral composition of  
1280 protein and other components and their recovery yields from whole antarctic krill  
1281 (*Euphausia superba*) using isoelectric solubilization/precipitation. *Journal of Food*  
1282 *Science*.doi: 10.1111/j.1750-3841.2008.01026.

1283 Chen YC, Jaczynski J (2007) Gelation of protein recovered from Whole  
1284 Antarctic krill (*Euphausia superba*) by isoelectric solubilization/precipitation as  
1285 affected by functional Additives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.55, 1814-  
1286 1822

1287 Córdova-Murueta HJ, García-Carreño LF, Navarrete-Del-Toro, Los Ángeles M  
1288 (2013) pH-solubilization process as an alternative to enzymatic hydrolysis applied to  
1289 shrimp waste. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 13: 639-646.

1290 Cortez-Vega, WR (2008) Avaliação e caracterização de surimi processado a  
1291 partir de carne mecanicamente separada de frango. Dissertação (Mestrado) – Programa  
1292 de Pós Graduação em Engenharia de Alimentos. Universidade Federal de Rio Grande.

1293 Connell JJ, (1980) *Advances in fish science and technology*, Fishing News  
1294 BooksLtd, Farnham.

1295 Costa PG, Fontana A, Veiga I, Prentice CH (2007) Nutritional and functional  
1296 characterization of a protein isolated from Pink shrimp (*Farfante penaeus paulensis*).  
1297 *Araraquara Revista Alimentos & Nutrição*, v.18, n.1, 7-18 p.

1298 Cruz-Suarez LE, Ricque-Marie D, Martinez-Vega JA, Wesche - Ebeling, P.  
1299 1993. Evaluation of two shrimp by products meals as protein sources in diets for  
1300 *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 115, 53–62.

1301 Damodaran S, Parkin KL, Fennema OR (2010) Química de Alimentos de  
1302 Fennema. 4ª Ed. Porto Alegre, Brasil. 900p.

1303 Datamark (2015) Análise de mercado de salsicha 2015. Disponível em:  
1304 <http://www.datamark.com.br/analise-de-mercado/embutidos/salsicha/> Acesso: 2016.

1305 Dayal JS, Ponniah AG, Imran KH, Madhu BEP, Ambasankar K. Kumarguru V  
1306 KP. (2013) Shrimps – a nutritional perspective. *Current Science*, vol. 104, no. 11, 10  
1307 De Schryver P, Crab T, Defroidt N, Boon WV, 2008. The basics of bio-flocs  
1308 technology: The added value for aquaculture. *Aquaculture* 277,125-137.

1309 Ebeling JM, Timmons MB, Bisogni, JJ. (2006). Engineering analysis of the  
1310 stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic and heterotrophic removal of ammonia –  
1311 nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture* 257,346-358.

1312 FAO - Food and Agriculture Organization (2017) Fish protein concentrate.  
1313 Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso: 2016

1314 FAO 2016 The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to  
1315 food security and nutrition for all. Rome. 200 pp.

1316 Fernandes TM, Silva JA, Silva AHA, Cavalheiro JMO, Conceição ML. (2013)  
1317 Flour production from shrimp by-products and sensory evaluation of flour-based  
1318 products. *Revista Pesquisa Agropecuaria. Brasileira*, Brasília DF, v.48, n.8, 962-967 p.

1319 Foes, GK, Fores CN, Krummenauer D, Poersch, LH, Wasielesky, W, (2011)  
1320 nursery of pink shrimp *farfantepenaeus paulensis* in biofloc technology culture system:  
1321 survival and growth at different stocking densities. *Journal of Shellfish Research* 30(2),  
1322 367-373.

1323 Fontana A, Centenaro GS, Palezi SC, Prentice CH (2009) Obtenção e avaliação  
1324 de concentrados protéicos de corvina (*Micropogonias furnieri*) processados por  
1325 extração química. *Química. Nova*, 32, n. 9, p.2299-2303.

1326 Foh MBK, Kamara MT, Amadou I, Foh BM, Wenshui X. (2011) Chemical and  
1327 Physicochemical Properties of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fish Protein Hydrolysate  
1328 and Concentrate. *International Journal of Biological Chemistry* 5: 21–36.

1329

1330 Fonkwe LG, Singh RK (1996) Protein recovery from mechanically deboned  
1331 turkey residue by enzymic hydrolysis. *Process Biochemistry*, vol. 31, n.6, 605-616 p.

1332 Freitas IR, Cortez-Vega WR, Prentice CH (2016) Physicochemical and  
1333 functional properties of protein recovered from fish waste *Journal of Aquatic Food*  
1334 *Product Technology*. DOI: 10.1080/10498850.2015.1008714.

1335 Freitas IR, Cortez-Vega WR, Prentice CH (2014) Recovery of anchovy  
1336 (*Engraulis Anchoita*) and Whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*) proteins by  
1337 alkaline solubilisation process. *Acta Alimentaria*, 1: p. 1-8.

1338 Freitas IR, Gautério GV, Rios DG, Prentice CH (2011) Functionality of protein  
1339 isolates from Argentine anchovy (*Engraulis anchoita*) residue obtained using pH shift  
1340 processing. *Journal of Food Science and Engineering*, 1, 374–378.

1341 Freitas IR (2007) Resíduos do beneficiamento do camarão cultivado: obtenção  
1342 de pigmentos carotenóides. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, vol.27, p.333 -337.

1343 Gehring CK, Gigliottii JC, Moritz JS, TOU JC, Jaczynski J. (2011) Functional  
1344 and nutritional characteristics of proteins and lipids recovered by isoelectric processing  
1345 of fish by products and low-value fish: A review. *Food Chemistry*124: 422–431.

1346 Gómez-Estaca J, Calvo MM, Sánchez-Faure A, et al (2015) Development,  
1347 properties, and stability of antioxidant shrimp muscle protein films incorporating  
1348 carotenoid-containing extracts from food by-products. *LWT - Food and Science*  
1349 *Technology* 64:

1350 Gonçalves AA (2011) *Tecnologia do Pescado: Ciência, Tecnologia, Inovação*  
1351 *Legislação*. São Paulo: Editora Atheneu,. 608 p.

1352 Guerreiro L (2006) *Produção de salsicha*. Dossiê técnico (REDETEC - Rede de  
1353 *Tecnologia do Rio de Janeiro*) 42p

1354 Hultin HO, Kelleher SD (1999) Process for isolating a protein composition from  
1355 a muscle source and protein composition. U.S.Patent 6, 005, 073.

1356 Jiang Q, Lia S, Yanshun X, Wenshui X (2015) Nutrient compositions and  
1357 properties of Antarctic krill (*Euphausia superba*) muscle and processing by-products.  
1358 *Journal of Aquatic Food Product Technology*. p 37-41.

1359 Lee CH & Chin KB (2016) Effects of pork gelatin levels on the physicochemical  
1360 and textural properties of model sausages at different fat levels. *LWT - Food Science*  
1361 *and Technology* DOI: 10.1016/j.lwt.2016.07.032.

1362

1363 Lira GM, Silva MCD, Silva KWB, Padilha BM, Cavalcanti SATQ, Oliveira  
1364 KIV, Albuquerque ALI (2013) Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica  
1365 do camarão espigão (*Xiphopenaeus kroyeri*, Heller 1862) in natura defumado. *Boletim*  
1366 *do CEPPA. V31, N.1 p 151-160.*

1367 Lone DA, Wani NA, Wani IA, Masoodi FA (2015) Physico-chemical and  
1368 functional properties of Rainbow trout fish protein isolate. *International Food Research*  
1369 *Journal 22(3): 1112-1116.*

1370 López DP, Ponce-Palafox JT, Barba-Quintero GMR, Torres-Herrera E, Romero-  
1371 Beltrán JL, Arredondo-Figuero AM, García-Ulloa G (2013) Physicochemical,  
1372 proximate composition, microbiological and sensory analysis of farmed and wild  
1373 harvested White shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Journal of Biological*  
1374 *Sciences 5(3): 130-135,*

1375 Lourenço LFH, Galvão GCS, Ribeiro SCA, Ribeiro CFA, Park KJ (2014) Fat  
1376 substitutes in processing of sausages using piramutaba waste. *Journal of Food Science*  
1377 *and Technology 1269 -1277*

1378 Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL, Randall RJ (1951) Protein measurement  
1379 with the Folin Phenol reagent. *The Journal of Biological Chemistry, vol. 193, p. 265-*  
1380 *276.*

1381 Khumallambam M, Rama S, Karuppanan RR, Manjabhat SN (2011)  
1382 Antioxidant activity of protein isolate obtained by the pH shift technique from  
1383 hydrolyzed and unhydrolyzed shrimp processing discards. *Journal of Aquatic Food*  
1384 *Product Technology 20:209–221.*

1385 Krummenauer D, Peixoto S, Cavalli R, Poersch LH, Wasielesky W, 2011.  
1386 Superintensive culture of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in a biofloc technology  
1387 system in southern Brazil at different stocking densities. *Journal of World Aquaculture*  
1388 *Society. 42(5),726:733.*

1389 Kinsella JE, Melachouris N (1976) Functional properties of proteins in foods: A  
1390 survey. *CRC Critical Review of Food and Science Nutrition 7:219–280.*

1391 Kristinsson HG, Rasco BA (2000) Fish Protein Hydrolysates: Production,  
1392 Biochemical, and Functional Properties. *CRC Critical Review of Food and Science*  
1393 *Nutrition, 40, 43-81*

1394 Kristinsson HG, Theodore, AE, Demir N, Ingadottir BA (2005) comparative  
1395 study between acid- and alkali-aided processing and surimi for the recovery of proteins  
1396 from channel catfish muscle. *Journal of Food Science*. 70, 4, p C298-C306. 2005.

1397 Mahaffey, KR (2004) Fish and shellfish as dietary sources of methylmercury  
1398 and the omega-3 fatty acids, eicosahexaenoic acid and docosahexaenoic acid: risks and  
1399 benefits. *Environmental Research*, 95(3): 414-428

1400 Marchini SJ, Vannucchi H, Marques V, Suen M, Cunha SFC (2016)  
1401 Aminoácidos. São Paulo: ILSI Brasil-International Life Sciences Institute do Brasil.

1402 Marmon S K, Undeland, I. (2010). Protein isolation from gutted herring (*Clupea*  
1403 *harengus*) using pH-shift processes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58  
1404 (19), 10480–6.

1405 Matak KE, Tahergorabi R, Jaczynski J (2015) A review: Protein isolates  
1406 recovered by isoelectric solubilization/precipitation processing from muscle food by-  
1407 products as a component of nutraceutical foods. *Food Research International* 77:697–  
1408 703.

1409 MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA (2014) Política Nacional de  
1410 Resíduos Sólidos. Disponível em: <http://www.mma.gov.br> Acesso em: 13 de Dezembro  
1411 de 2016.

1412 Minolta (1994). Precise color communication: color control from feeling to  
1413 instrumentation. Brasil: MINOLTA Co. Ltda. p.49.

1414 Montero P, Calvo MM, Gómez-Guillén MC, Gómez-Estaca J. (2016)  
1415 Microcapsules containing astaxanthin from shrimp waste as potential food coloring and  
1416 functional ingredient: characterization, stability, and bioaccessibility. *LWT - Food*  
1417 *Science and Technology*. Doi: 10.1016/j.lwt.2016.02.040.

1418 Nolsoe H, UNDELAND I (2009) The acid and alkaline solubilization process  
1419 for the isolation of muscle proteins: State of the art. *Food and Bioprocess Technology*.  
1420 1, p. 1-27.

1421 Ogawa M, Maia, EL (1999) Manual de Pesca: Ciência e tecnologia do pescado.  
1422 São Paulo: Varela, 453 p.

1423 Oliveira Filho PR, Netto FM, Ramos KK, Trindade MA, Viegas EM (2010)  
1424 Elaboration of sausage using minced fish of Nile tilapia filleting waste. *Brazilian*  
1425 *Archives of Biology and Technology* 53(6):1383–1391.

1426

1427           Olivo R, Shimokomaki M (2006) Emulsões Cárneas. In: Shimokomaki M, Olivo  
1428 R, Terra NN, Franco BD (eds), Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes. Varela,  
1429 São Paulo,123–133 pp

1430           Ordóñez JA, Rodriguez MIC, Álvarez, LF, Sanz, MLG, Minguillón, GDGF,  
1431 Perales, L. H, Cortecero, MDS (2005) Tecnologia de alimentos: Alimentos de origem  
1432 de animal. Porto Alegre: Artmed, v. 2., 279 p.

1433           Pardi MC, Iacir FD, Souza, ER Pardi, HS (1994) Ciência, Higiene e Tecnologia  
1434 de Carne. V.2. Editora da UFG. P. Goiânia. 1994.

1435           Pardi MC, Santos, IF, Souza ER, Pardi, HS (2007) Ciência, higiene e tecnologia  
1436 da carne. 2. ed. rev. ampl. Goiânia: Ed. UFG, v. 2., 1150 p.

1437           Pessatti, ML (2001) Aproveitamento dos subprodutos do pescado. Meta 11.  
1438 Relatório Final de Ações Prioritárias ao Desenvolvimento da Pesca e Aquicultura no  
1439 Sul do Brasil, Convênio Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA),  
1440 Universidade do Vale do Itajaí, MA/SARC, n.003/2000.

1441           Piotrowicz IBB, Mellado MMS (2013) Chemical, technological and nutritional  
1442 quality of sausage processed with surimi. *International Food Research Journal* v.22  
1443 n.5., 2103-2110 p

1444           Ramos EM, Gomide LAM (2007) Avaliação da qualidade de carnes:  
1445 fundamentos e metodologias. Viçosa, MG: Ed. UFV. v. 1, 599p.

1446           REGULAMENTO DE INSPEÇÃO INDUSTRIAL E SANITÁRIA DE  
1447 PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL (RIISPOA) MINISTÉRIO DA  
1448 AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Aprovado pelo  
1449 decreto 29/03/52, alterado pelos decretos 1255 de 25/06/62, 1236 de 02/09/94, 1812 de  
1450 08/02/96 e 04/06/97. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso 2016.

1451           Roça RO (2000) Tecnologia da carne e produtos derivados. Botucatu: Faculdade  
1452 de Ciências Agrônômicas, UNESP. 202p.

1453           Sambhu C, Jayaprakash V (1994). Effect of hormones on growth, Food  
1454 conversion and proximate composition of the white prawn, *Penaeus indicus* (Milne  
1455 Edwards). *Indian Journal of Marine Science*. 23:232-235.

1456           Shaviklo GR, Thorkelsson G, Arason S (2010) The influence of additives and  
1457 drying methods on quality attributes of fish protein powder made from saithe  
1458 (*Pollachius virens*). *Journal of Science of Food and Agriculture* 90:2133–2143.

1459

1460 Smewing J, Hidrocoloides In: Rosebthak A. (2001) Textura de los Alimentos.  
1461 Zaragoza: Ed. Acribia, p. 273-290.

1462 Sgarbieri VC (1996) Proteínas em Alimentos Protéicos: Propriedades,  
1463 Degradações, Modificações, Editora Varela: São Paulo.

1464 Shimokomaki M, Olivo R, Terra NN, Franco, BDGM (2006) Atualidades em  
1465 ciência e tecnologia de carnes: São Paulo: Varela. 236p.

1466 Sila A, Sayari N, Balti R, Martinez-Alvarez O, Nedjar-Arroume N, Moncef N,  
1467 Bougatef, A (2014) Biochemical and antioxidant properties of peptidic fraction of  
1468 carotenoproteins generated from shrimp by-products by enzymatic hydrolysis. *Food*  
1469 *Chemistry* 148,445–452.

1470 Silva N, Junqueira VCA, Silveira NFA (1997) Manual de métodos de análise  
1471 microbiológica de alimentos. São Paulo: Varela. p.295.

1472 Smewing J (2001) Hidrocoloides. Textura de los alimentos. Zaragoza: Ed.  
1473 Acribia, p. 273-290.

1474 Sriket S, Benjakul P, Visessanguan W, Kijroongrojana K (2007) Comparative  
1475 studies on chemical composition and thermal properties of black tiger shrimp (*Penaeus*  
1476 *monodon*) and white shrimp (*Penaeus vannamei*) meats. *Food Chemistry*. 103:1199-  
1477 1207.

1478 Subasinghe R, Soto D, Jia, J (2009) Global aquaculture and its role in  
1479 sustainable development. *Aquaculture* 1, 2–9. 111: 9-10.

1480 Undeland I, Kelleher SD, Hultin HO (2002). Recovery of functional proteins  
1481 from herring (*Clupea harengus*) light muscle by an acid or alkaline solubilization  
1482 process. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 7371–7379.

1483 Undeland, I. Kelleher SD, Hultin HO, McClements DJ, Thongraung C. (2003).  
1484 Consistency and solubility changes in herring (*Clupea harengus*) light muscle  
1485 homogenates as a function of pH. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(14),  
1486 3992–3998.

1487 Undeland I, Hall G, Wendin K, Gangby I, Rutgeresson A (2005) Preventing lipid  
1488 oxidation during recovery of functional proteins from herring (*Clupea Harengus*) fillets  
1489 by an acid solubilization process. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(14),  
1490 5625–5634.

1491 Wang LZ, Xue CH, Wang ym, Yang B. 2011. Extraction of proteins with low  
1492 fluoride level from Antarctic krill (*Euphausia superba*) and their composition analysis.  
1493 *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59: 6108-6112.

1494 Wasielesky WJ, Atwood HI, Stokes A, Browdy CL (2006) Effect of natural  
1495 production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture  
1496 system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture* 258 – 396.

1497 Xiang-Ming Q, Liaoa E, Wanga L, Hong L, Chang-Hu X (2015) Extracting  
1498 Protein from Antarctic Krill (*Euphausia superba*). *Journal of Aquatic Food Product*  
1499 *Technology*37-41p.

1500 Yang H, Han M, Wang X, Han Y, Wu J, Xu X, Zhou G (2015) Effect of high  
1501 pressure on cooking losses and functional properties of reduced-fat and reduced-salt  
1502 pork sausage emulsions. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* doi:  
1503 10.1016/j.ifset.2015.02.013

1504

1505

1506

1507

1508

1509

1510

1511